Aus der chirurgischen Abteilung des Stadt- und Kreiskrankenhauses Ansbach

Leiter der Klinik: Professor Dr. med. A. Meyer

Entstehung, Untersuchungsmethoden und Therapie der Schenkelhalsfrakturen

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Leopold Frhr. von Bodman

aus Mallersdorf

Würzburg, den 15.5.1980

Aus der chirurgischen Abteilung des Stadt- und Kreiskrankenhauses Ansbach

Leiter der Klinik: Professor Dr. med. A. Meyer

Entstehung, Untersuchungsmethoden und Therapie der Schenkelhalsfrakturen

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Leopold Frhr. von Bodman

aus Mallersdorf

Würzburg, den 15.5.1980

Referent: Prof. Dr.med. A. Meyer

Korreferent: Prof. Dr.med. E. Kern

Dekan: Prof. Dr.med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Juli 1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

INHALTSANGABE

		Seite
1.	Historie	1 - 3
2.	Anatomie des Hüftgelenkes	4 - 5
3.	Muskulatur des Hüftgelenkes	6 - 8
4.	Blutversorgung des Hüftgelenkes	9 - 10
5.	Entstehung der Schenkelhalsfrakturen	11 - 13
6.	Diagnostik der Frakturen des proximalen Femurendes	14 - 15
7.	Einteilung der Schenkelhalsfrakturen und der Frakturen des Trochantermassivs	16 - 19
8.	Therapie der Schenkelhalsfrakturen	20 - 24
9.	Zugänge zum Hüftgelenk	25 - 28
10.	Operationsmethoden	
	a) Perkutan-Nagelung von Knowles	29 - 30
	b) Nagelung mit dem Smith-Petersen- oder Böhler-Nagel	31 - 32
	c) Die Technik der Schenkelhalsnagelung mit dem Küntscher-Nagel	33
	d) Die Technik der Schenkelhalsnagelung nach Deyerle	34
	e) Die Behandlung der Schenkelhalsfraktur mit autoplastischen Knochenspänen	35
	f) Die Behandlung mit dem Pugh-Nagel	36 - 38
	g) Kompressions-Osteosynthese nach Charnley	39
	h) Trochanter-Abmeißelung bei medialer Schenkelhalsfraktur mit Bohrdrahtbündelung	40
	i) Die Versorgung der Schenkelhalsfraktur mit der AO-Winkelplatte	41 - 43
	j) Kompressionsverschraubung mit AO-Spongiosa-schrauben	44 - 45
	k) Die Versorgung mit dem gestielten Knochen-Muskeltransplantat	46 - 49

Seite

11. Die Entstehung der pertrochanteren Schenkelhalsfraktur 50 - 51
12. Die Einteilung der Trochanterbrüche 52 - 55
13. Zu der Behandlung der pertrochanteren Fraktur 56 - 57
14. Operative Behandlung der pertrochanteren Fraktur 58 - 69
    a) Nagelung mit dem Rundnagel nach Lezius Herzer
    b) Y-Nagel nach Küntscher
    c) Kondylennagelung nach Küntscher
    d) 95 Grad Kondylenplatte
    e) Nagelung mit dem Laschennagel
    f) Intramedulläre percutane Fixation mit den elastischen Rundnägeln nach Ender
15. Vitalitätsbestimmungen des Femurkopfes 70 - 79
16. Stabilitätsuntersuchung verschiedener Osteosynthesematerialien 80 - 82
17. Geschichtlicher Rückblick über die Anwendung von gelenkersetzenden Operationen nach Schenkelhalsfrakturen 83 - 84
18. Die Indikation zur Kopfendoprothese 85
    a) Arthro-Plastic mit der Totalendoprothese nach McKee Farrar 86 - 88
    b) Die postoperative Behandlung nach Totalendoprothese 89
19. Femurkopfnekrosen 90 - 101
20. Endergebnisse von häufig angewandten Methoden 102 - 105
    a) mediale Schenkelhalsfraktur
    b) laterale Schenkelhalsfraktur
21. Zusammenfassung 106 - 114

Historie

Die Geschichte der inneren Fixierung der Schenkelhalsfraktur kann in zwei Epochen unterteilt werden. In eine Frühperiode, die 1858 mit von Langenbecks Versuchen beginnt und in eine moderne Epoche, die 1931 mit den Arbeiten von Smith-Petersen, Cave und Vangorder anfängt.

Von Langenbeck behandelte die Schenkelhalsfraktur durch Ausstellung der Fraktur und Fixierung mit einem Nagel, der durch den Trochanter major in den Schenkelkopf getrieben wurde.

König berichtete 1878 von einer ähnlichen Operation.

Lister führte 1880 die erste Fixierung unter aseptischen Bedingungen aus.

Nicolaysen berichtete von den ersten Behandlungsreihen; er versorgte die Frakturen von 13 Patienten mit einem Stahlnagel, der durch die Haut getrieben wurde und in Verbindung mit einem Hüftährenverband angewandt wurde.

In der frühen Periode der operativen Versorgung der Schenkelhalsfraktur wurden auch andere Arten der Befestigung versucht. Delbet 1919 und Thoma 1921 berichteten von ihren Erfahrungen mit Schrauben. Albee 1915 war einer von vielen Chirurgen, die Knochentransplantate versuchten.

Graves 1916 versuchte einen Vierkantnagel.

Die Ergebnisse, die Smith-Petersen und seine Gruppe mit dem Dreilamellennagel erzielte, fand weitverbreitetes Interesse. Der Dreilamellennagel sollte sowohl Rotation als auch vertikale Verschiebungen verhindern. Die erste Zeit wurde die Frakturstelle freigelegt und dann der Nagel eingetrieben.

Johansson 1932 und 1934, Wescott 1932 und Henderson 1934 berichteten über die Möglichkeit, den Nagel mit Hilfe einer Führungsschraube blind einzutreiben.

Das steigende Interesse an der inneren Fixierung der Schenkelhalsfraktur zeigten auch die zahlreichen Veröffentlichungen, die von vielen Kliniken herausgegeben wurden und verschiedene Möglichkeiten der Befestigung beschrieben.

Moore 1934, Telson und Rausohoff 1935, Sofiel 1937, Compere 1940 und Harmon vertraten eine Befestigung mit zahlreichen eingetriebenen Drähten. Deyerle 1959 beschrieb eine Platte, um zahlreiche eingetriebene Nägel zu halten.

Der Gebrauch von vielen Nägeln wurde von Gaenslen 1935 und Nyström 1944 beschrieben. Geckeler 1937, von Bahr 1946 und Kinsella 1948 gebrauchten mehrere parallele Schrauben, von Schumpelick propagierte eine verbundene Doppelschraube. Von Jones 1933, Henry 1934, Lippmann 1936, Henderson 1938, Putli 1940, Lorenzo 1941 und Johnston 1944, wurden die verschiedensten Schrauben entwickelt.

Greer 1938, Virgin und Mc Ausland 1945 fertigten Schrauben, die einen ständigen Zug ausüben, an.

Cleary und Morrison 1940, Godoy, Moreira 1940, Hardinge und Janzen 1950 entwickelten verschiedene Arten von Bolzen.

Um zu verhindern, daß die Hilfsmittel herausrutschen, wurden sich überkreuzende Nägel von Pidcock 1936 und Schrauben von Thatcher entwickelt.

Hart 1937 empfahl eine Knochendrahtnaht.

Seitliche Stützen wurden von Jewett 1941, Moore 1944, Tayler, Neufeld und Janzen 1944, Capener 1944, McKee 1944, McLauglin sowie vielen anderen Chirurgen angewandt.

Nägel, die aus ihren seitlichen Befestigungen gleiten können, wurden von Pugh 1955, Luck 1956 und Massie 1956 beschrieben. Eine gleitende Schraubenplatte wurde von Schumpelick und Janzen 1953 sowie Wassner 1955 publiziert.

Charnley 1956 und Charnley, Blockey und Purser 1957 berichteten über die Ergebnisse bei der Anwendung einer Kompressionsschraubenplatte.

Cubbins, Calahan und Scuderi 1939 beschrieben eine Flügelschraube. Ein Z-Nagel wurde 1948 von Thompson entwickelt und ein H-förmiger 1954 von Haboush.

Ein gebogener Medullarnagel wurde 1950 von Lezius entwickelt. Küntscher beschrieb eine y-förmige Anordnung, die aus einem Marknagel und einem Kreuznagel, der bis in den Kopf vorgetrieben wurde, bestand.

Winkelbauer und Moser diskutierten eine pistolenförmige Nagelplatte, die aus einem Dreilamellennagel und einer langen Platte, die mit Drähten am Femurschaft gehalten wurde, zusammengesetzt war.

Richard beschrieb eine Möglichkeit, die Fraktur mit einer Schraube, die durch den Kopf bis in die Azetabulumwand reicht, zu befestigen. Bauer und Georg 1955 sowie Rosenthal und Sutro benutzten zwei Nägel.

Die Anatomie des Hüftgelenkes

Die Hüftgelenkspfanne wird von den Körpern der drei Hüftbeinknochen dem Os pubis, dem Os ilium und dem Os ischii gebildet. Die Hüftgelenkspfanne bildet eine halbkugelige Höhle, die genau nach lateralwärts gerichtet ist. Im Grunde des Acetabulum liegt die facies lunata mit dem Acetabulum articulare der Kopf des femur. Am proximalen Ende des femurs liegt der Caput femoris. Der Femurkopf ist halbkugelig. An ihn schließt sich nach distalwärts, deutlich abgesetzt, der collum-femoris an. Am distalen Ende des collum-femoris schließt der corpus femoris mit den beiden Trochantären an. Der Trochanter major liegt nach lateralwärts und ragt mit seiner nach dorsal und medialwärts gebogenen Spitze über den Femurhals. Der Trochanter minor befindet sich am medialen Abschnitt des Corpus femoris, schräg gegenüber des Trochanter major. Er ist leicht nach ventral gerichtet und liegt distaler als der Trochanter major. Beide Trochanter werden an der ventralen Seite des femurs durch die Linea intertrochanterica und in der dorsalen Fläche durch die Crista intertrochanterica verbunden.

Bei dem Hüftgelenk handelt es sich um ein Kugelgelenk mit drei Freiheitsgraden. Die Gelenkpfanne wird von dem Acetabulum und dem Ligamentum transversum acetabuli sowie dem Labrum acetabularis gebildet. Das Labrum acetabulare umhüllt das kugelige Caput femoris jenseits des Äquators. Der Schenkelkopf artikuliert im Acetabulum nur mit der Facies lunata. Sie umgibt die Fossa acetabuli, in die das Ligamentum capitis femoris eingebettet ist. Das Ligamentum capitis femoris entspringt aus der Incisura acetabuli und aus dem Ligamentum transversum acetabuli. Es inseriert an der Fovea capitis femoris. Die Gelenkkapsel des Hüftgelenkes ist am knöchernen Pfannenrand und am Ligamentum transversum acetabuli verankert. Am Femur heftet sich die Kapsel an der Vorderseite an der Linea intertrochanterica und an der Hinterseite etwa 1,5 cm proximal der Crista intertrochanterica an. In der Gelenkkapsel sind einige sehr kräftige Verstärkungsbänder eingelassen und zwar handelt es sich um das Ligamentum ilio femorale,

das von der Spina iliaca anterior inferior fächerförmig zur Linea intertrochanterica zieht. Dieses Band spannt sich bei Streckung des Beines an und erlaubt nur eine leichte Rückbeugung des femurs. Es verhindert beim Stand das Absinken des Beckens nach hinten. Sein lateraler Schenkel hemmt übermäßige Außenrotation und Adduktion der mediale, in minimalem Maße die Innenrotation.

Das Ligamentum pubo femorale entspringt vom oberen Schambeinast und strahlt in den medialen Schenkel des Ligamentum ilio femorale ein. Ein Teil des Ligamentum pubo femorale ragt bis zur Linea intertrochanterica und hemmt die Abduktion des Oberschenkels.

Das Ligamentum ischio femorale entspringt vom Sitzbein und verläuft über den Schenkelhals zum Ansatz des Ligamentum ilio femorale und zur Zona orbicularis. Es hemmt die Innenrotation und verhindert die Retroversion im Hüftgelenk.

Die Zona orbicularis bildet einen der Gelenkinnenhaut anliegenden Faserring, der den Schenkelhals an seiner dünnsten Stelle eng umschließt. An seiner Außenseite ist die Zona orbicularis mit den schraubenförmigen Faserzügen der anderen Bänder eng verbunden und bildet so einen außerordentlich kompakten Bandapparat.

Die Muskulatur des Hüftgelenkes

a) Die inneren Hüftmuskeln:
Der Musculus iliopsoas ist zweiteilig. Er entspringt in seinem medialen Anteil dem Musculus psoas major von den Seitenflächen des 12. Brustwirbels, der ersten vier Lendenwirbel und von den proc. costarii sämtlicher Lendenwirbel. Der Musculus iliacus füllt die fossa iliaca aus und ein extrapelviner Kopf entspringt von der Kapsel des Hüftgelenkes. Seine gemeinsame Endsehne inseriert am Trochanter major. Er ist ein kräftiger Beuger im Hüftgelenk. Beim Gehen wirft er den Oberschenkel des Spielbeines nach vorne. Bei fixiertem Bein beugt er bei gegenseitiger Kontraktion Becken und Lendenwirbelsäule nach vorne. Bei einseitiger Kontraktion zieht er die Lendenwirbelsäule seitwärts.

b) Die äußere Hüftmuskulatur:
Die äußere Hüftmuskulatur wird von einem mehrschichtigen Muskelfächer gebildet. Die Muskelzüge der äußeren Hüftmuskulatur strahlen von einem ausgedehnten Ursprungsfeld auf der Außen- und Innenseite des Beckens in ein begrenztes Insertionsareal am femur, besonders im Bereiche des Trochanter major, ein.
Zu den äußeren Hüftmuskeln gehört der Musculus glutaeus maximus. Er entspringt vom Kreuzbein-Steißbeinrand, dem Darmbeinkamm hinter der Linea glutaea posterior, der fascia thoracolumbalis und dem Ligamentum sacrotuberale. Seine schräg abwärts verlaufenden Faserbündel gehen in eine breite Endsehne über, die in die fasciae latae und den Tractus iliotibialis einstrahlt und distal an der tuberositas glutaea und über das septum intermusculare laterale an der seitlichen Lippe der Linea aspera inseriert.

Der Musculus glutaeus maximus, der bedeutendste Streckmuskel des Hüftgelenkes, ermöglicht die gesamten, kraftvollen Streckbewegungen im Hüftgelenk. Sein cranialer Anteil abduziert den Oberschenkel, sein caudaler adduziert in Normalstellung. Er ist in sämtlichen Stellungen Außenrotator des Hüftgelenkes.

Der Musculus glutaeus medius hat seinen Ursprung an der facies lateralis alae ossis ilium, zwischen der Crista iliaca und der Linea glutaea posterior und anterior und inseriert der lateralen Seite des Trochanter major. Er abduziert den Oberschenkel; sein ventraler bzw. lateraler Teil rotiert nach innen, sein dorsaler bzw. medialer Anteil rotiert nach außen.

Der Musculus glutaeus minimus nimmt seinen Ursprung an der facies lateralis alae ossis ilium, zwischen der Linea glutaea anterior und inferior. Er inseriert an der Spitze des Trochanter major und abduziert und innenrotiert ähnlich wie der Musculus glutaeus medius. Gemeinsam beugen beide Muskeln das Becken gegen das Standbein und verhindern, daß es gegen die Seite des Spielbeines absinkt.

Der Musculus piriformis

Er entspringt von der facies pelvina ossis sacri, in Höhe des zweiten bis vierten Foramen sacrale und zieht zur Spitze des Trochanter major. Er wirkt in Normalstellung des femurs als Außenrotator und abduziert den Oberschenkel. Bei fixiertem Bein kann er das Becken rotieren, so daß die Hüfte der Gegenseite nach dorsal geführt wird.

Der Musculus obturatorius internus und der Musculus gemellus superior und gemellus inferior bilden eine genetische Einheit. Der Musculus obturatorius internus entspringt vom inneren Umfang des Foramen obturatum und der Membrana obturatoria und zieht langsehnig an die fossa trochanterica. Der Musculus gemellus superior entspringt in der Spina ischiadica und der Musculus gemellus inferior vom tuber ischiadicum, und beide Musculi gemelli strahlen in die Sehne des Musculus obturatorius internus ein.
Diese drei Muskeln wirken in jeder Stellung des femurs als Aussenrotatoren. In Normalstellung können sie als schwache Strekker und Adduktoren des Hüftgelenkes, bei gebeugtem femur als Abduktoren wirken.

Der Musculus quadratus femoris entspringt vom lateralen Rand des tuber ischiadicum und zieht zur Crista intertrochanterica. Er ist ein potenter Außenrotator des Hüftgelenkes und kann auch in die Adduktion des femurs mit eingreifen.

Der Musculus tensor fasciae latae entspringt von der Spina iliaca anterior superior und inseriert an der fascia lata. Er wirkt im Hüftgelenk als Innenrotator, abduziert bei gestrecktem femur und unterstützt die Beugung. Bei fixiertem Bein neigt er das Bekken nach vorne. Bei gestrecktem Kniegelenk unterstützt er die Streckstellung zu fixieren,und bei gebeugtem Knie kann er den Unterschenkel schwach nach außen rotieren.

Die Blutversorgung des Hüftkopfes

Der Hüftkopf bezieht seine Blutversorgung aus drei verschiedenen Gefäßgebieten. Diese Gefäßgebiete wechseln im Laufe des Lebens ihre Bedeutung und Intensität.

1. Die Arterie acetabularis

   Sie ist in 55 % ein Ast der Arteria obturatoria, 15 % ein Ast der Arteria circumflexa femoris medialis, und in 30 % entspringt sie aus einer Anastomose beider Arterien. Die Arteria acetabularis zieht durch das Ligamentum capitis femoris zum Hüftkopf und versorgt dort das Gebiet um die fovea capitis. Die Arteria acetabularis nimmt nach dem 10. Lebensjahr an Bedeutung zu und versorgt im Durchschnitt beim Erwachsenen zwischen 1/3 und 1/5 des medialen epiphyseren Kopfanteils.

2. Die Arteria circumflexa femoris medialis

   Sie entspringt in je 20 % aus der Arteria femoralis comunis bzw. aus der Arteria profunda femoris und in 60 % aus der Bifurkation beider Arterien. Die Arteria circumflexa femoris medialis zieht zwischen dem Musculus iliopsoas und dem Musculus pectineus auf die dorsale Seite des Schenkelhalses und teilt sich in zwei Hauptäste; dem Ramus profundus und Ramus superficialis. Der erste Ast, der kurz nach dem Ursprung der Arteria circumflexa femoris medialis abgegeben wird, ist der sehr dünne Ramus acetabularis, der mit der Arteria acetabularis annastomosiert und durch die Arterie im lig. teres Blut zum Hüftkopf bringt. Er ist jedoch für die Versorgung des Hüftkopfes von absolut untergeordneter Bedeutung.
   Der nächste Ast ist der Ramus nutritius capitis distalis (Hipp). Dieser Ast entspricht dem unteren metaphysen Gefäß von Trueta bzw. der inferior retinacular artery von Myssbichler. Der Ramus nutritius capitis distalis tritt in mehreren Ästen, knapp neben dem Knorpelüberzug am unteren Rande des Halses ein und verzweigt sich gegen Epiphyse und gegen die Metaphyse hin. Seine Äste versorgen 2/3 des metaphyseren Kopfteils.

Nachdem die Arteria circum-flexa femoris medialis den Musculus iliopsoas und den Musculus pectineus durchtritt, erfolgt die Aufteilung in einen Ramus superficialis und einen Ramus profundus. Diese Aufteilung entspricht dem inferior bzw. posterior branch von Myssbichler.
Der Ramus superficialis hat keinen Anteil an der Blutversorgung des Hüftkopfes. Der Ramus profundus bildet den Hauptast der Arteria circum-flexa femoris medialis. Er gibt nach Eintritt in die fossa intertrochanterica Äste zum Schenkelhals und dem Trochanter major und minor ab. Anschließend verläuft er über den Musculus obturatorius internus zur Kopfhalsgrenze. Dort teilt er sich in drei bis sechs Rami nutricii capitis cranialis auf. Dies sind die wichtigsten Gefäße für die Blutversorgung des Hüftkopfes. Sie treten oben etwas dorsal in den Kopf ein und verlaufen an der proximalen Seite der Epiphysenlinie nach medial und unten. Anschließend ziehen sie in einem flachen Bogen zur Kopfoberfläche.

3. Die Arteria circumflexa femoris lateralis
Sie entspringt aus der Arteria profunda femoris und verläuft vor dem Musculus iliopsoas nach lateral zur Linia intertrochanterica und beteiligt sich an der Blutversorgung des Kopfes nur mit einer kleinen Arterie, die im visceralen Teil der Gelenkkapsel über die ventrale Seite des Schenkelhalses verläuft und an der Knorpelknochengrenze in den Kopf eindringt.

Die Entstehung der Schenkelhalsbrüche

Über den Entstehungsmechanismus der Schenkelhalsbrüche haben zahlreiche Autoren wissenschaftlich-experimentelle Arbeiten veröffentlicht. Böhler gibt z. B. 1954 an, daß die Schenkelhalsbrüche entweder beim Sturz auf die Hüfte als Biegungsbrüche oder durch zu rasche Drehung als Drehbrüche entstehen. Jedoch könnten sie auch so zustande kommen, daß z. B. jemand unvermutet vom Gehsteig auf die Straße heruntertritt und sich den Schenkelhals abschert (Böhler). Es könne auch vorkommen, daß der Schenkelhals, während des Gehens ober beim Umdrehen im Bett, breche. Hier handelt es sich jedoch meistens um pathologische Frakturen.

Auch Littmann weist 1960 darauf hin, daß die meisten Schenkelhalsfrakturen als Folge eines relativ leichten Traumas auftreten. Er vertritt auch die Ansicht, daß die wirkliche Ursache dieser Frakturart, in den zahlreichen degenerativen Veränderungen des Alterns liegen würden. Er gibt darunter die Osteoporose nach der Menopause und die senile Osteoporose sowie Nekrosen der Trabekel und die allgemeine Steifheit der Gelenke an. Des weiteren beschuldigt er das verschlechterte Koordinationsvermögen der Bewegung sowie eine Verlangsamung der Schutzreflexe, die verminderte Sehkraft usw. an. Der Osteoporose des Alters wird auch heute noch eine maßgebende Rolle bei der Entstehung der Schenkelhalsfraktur zugeschrieben. Die Verschmälerung der Knochensubstanz und das Verschwinden zahlreicher Elemente aus dem Trabekelsystem weisen auf die Schwächung des Knochens hin. Die mechanischen Eigenschaften sowie der Mineralgehalt des Knochens sind jedoch nicht verändert.
Bis heute ist noch noch nicht eindeutig geklärt, weshalb es im Alter gerade zu einer selektiven Osteoporose des Schenkelhalses kommt.
Dufour behauptet, daß man im proximalen Femurende zwei Arten von Atrophien fände. Erstens eine diffuse Atrophie, die alle Strukturelemente betrifft und bei der die Spongiosa in ein feines, regelmäßiges Netz umgewandelt wird und eine allgemeine Architektur nicht mehr erkennbar ist sowie zweitens eine herdförmige Atrophie, die teils zerstört, teils schont. Die Spongiosa reduziert sich auf die Elementarstrukturen und das Ward'sche Dreieck ist groß und klar begrenzt. Er behauptet, daß die beiden Arten der Atrophie selten in reiner Form vorhanden seien. Meist entstünden Mischtypen. Auch die Corticalis sei manchmal und in unterschiedlicher Menge in Mitleidenschaft gezogen. Es besteht die Möglichkeit,

daß sie sich in regelmäßiger Weise verdünnt und bleibt jedoch dicht und scharf gegen die Spongiosa abgegrenzt. Oder die andere Möglichkeit ist, daß die Corticalis dünner wird und längsgerichtete Hohlräume aufweist. Bei diesen Hohlräumen handelt es sich um dissezierende Nekrosen. Dieser Prozeß schreitet über die Spongiosa hinweg in die Richtung der gegenüberliegenden Corticalis. Auch bei experimentellen Untersuchungen entstanden in dieser Gegend Überlastungsschäden. Bei den experimentellen Untersuchungen begann an der gleichen Stelle Nekrose, ein Ort der höchsten Beanspruchung und schreitet in transversaler Richtung weiter.
Ackmann versucht 1953 die Wirkung eines Sturzes auf die Hüfte, unter der Verwendung von Biegungs-, Abscherungs-, Rotations- und Torsionskräften sowie von Kombinationen derselben nachzuahmen. Er kam zu dem Schluß, daß Schenkelhalsfrakturen hauptsächlich auf degenerative, lokale Knochenveränderung zurückzuführen seien. Es waren nur geringe Lasten erforderlich, um Schenkelhalsfrakturen zu erzeugen. Die Art, die Richtung der Krafteinwirkung waren ohne Einfluß auf den Frakturtyp. Der Drehmoment und die Weichteile beeinflussen die Richtung der Frakturlinie.

Eine wesentlich umfassendere und bessere Untersuchung der Entstehung der Schenkelhalsfrakturen führten Hirsch und Frankel 1960 durch. Sie fügten zur Kompression der Längsachse des Schenkelhalses eine weitere vertikale Belastung des Femurkopfes hinzu. Frankl gibt an, daß es gelungen sei, durch Veränderung der Resultate, der auf den Femurkopf und auf den Schenkelhals einwirkenden Kräfte, in konsequenter Weise subkapitale und transcervikale Frakturen zu erzeugen. Das Verhältnis der Biegungs- und der normalen Komponente der Kräfte wurde so geändert, daß die Verteilung der Belastungen der Corticalis anders wurde. In zahlreichen Experimenten konnte die Frakturart vorausgesehen werden. Der Frakturtyp wurde bei statischer Belastung nur durch die Richtung der Kraft beeinflußt. Es kam zu subkapitalen Frakturen, wenn das Verhältnis der normalen Biegungskraft höher war und die Kraftlinie sich der Längsachse des Schenkelhalses näherte. Sie waren auf ein Versagen des Schenkelhalses auf Kompression zurückzuführen. Das Verhältnis war niedriger bei den transcervikalen Frakturen, wenn die Kraftlinie senkrechter zur Halsachse verlief. Sie waren die Folge eines Versagens der oberen Corticalis auf Zugwirkung. Intermediäre Frakturarten wurden bei mittleren Verhältniszahlen erzeugt.

Bingold stellte 1959 bei experimentellen Untersuchungen an 39 Leichen-Femura fest, daß die Struktur des Schenkelhalses nicht homogen sei. Nach seinen Untersuchungen gibt es 3 Lokationes minores resistentiae. Und zwar handelt es sich an dem Übergang zwischen Kopf und Hals sowohl cranial als auch caudal und der Gegend des Trochanter minor. Er unterscheidet zwei Arten von Schenkelhalsfrakturen: Einerseits die spontane Fraktur und andererseits die traumatische Fraktur. Nach seinen Untersuchungen entstehen die Spontanfrakturen bei strukturell schwachen Femura, Ermüdungsbrüche oder bei plötzlicher Mehrbelastung, so z. B. bei Drehung. Bei dieser Art der Schenkelhalsfraktur entsteht der Bruch cranial an der cervico kapitalen Verbundungsstelle. Es treten Schmerzen auf, die ein Spasmus der Muskulatur zur Folge haben. Aufgrund dieses Muskelspasmus frakturiert die untere Corticalis. Somit entsteht der Schenkelhalsbruch vor dem nachfolgenden Sturz. Die traumatische Frakturart entsteht durch einen direkten Sturz auf den Trochanter major. Bei den traumatischen Frakturen hängt die Frakturart von der Stellung des Femurs bei dem Sturz ab. Die Fraktur nimmt immer dort, wo der untere Pfannenrand gegen den Schenkelhals schlägt, ihren Ursprung. Natürlich können die experimentellen Untersuchungen über die Schenkelhalsfrakturen nicht ohne Einschränkungen auf die Schenkelhalsfrakturen in vivo übernommen werden, da ja bei lebenden Menschen noch massiv andere Faktoren einwirken können, die bei den experimentellen Untersuchungen der Schenkelhalsfrakturen nicht berücksichtigt werden können.

Die Diagnostik der Frakturen des proximalen Femurendes

Key und Reynolds behaupteten, daß man eine Schenkelhalsfraktur annehmen muß, wenn eine ältere Person zu Boden fällt und sich nicht mehr erheben kann.
Dequervain stellte die Regel auf: "Zeigt ein Individuum, Opfer eines direkten oder indirekten Traumas der Hüftgegend, schwere funktionelle Störungen, dann ist die Schenkelhalsfraktur umso wahrscheinlicher, als der Kontrast zwischen funktionellen Störungen und Spontanschmerzen größer ist. Die Diagnose ist sicher, wenn der Funktionsausfall vollständig ist."
Die klinische Diagnostik beruht auf dem Alter, dem Funktionsausfall, Verkürzung, Schmerz, Schwellung und Druckempfindlichkeit. Normalerweise können Patienten das betroffene Bein nicht mehr belasten,und sie können den Fuß auch nicht von der Unterlage heben. Bei eingekeilten Valgusfrakturen des Schenkelhalses kann der Patient jedoch auch manchmal mit nur geringen Beschwerden herumgehen oder das Bein aus der Rückenlage anheben. Eine Belastungsmöglichkeit darf damit nicht als sicherer Beweis einer fehlenden Schenkelhalsfraktur angesehen werden. Es ist auch möglich, daß die Verkürzung fehlt oder nur minimal ausgeprägt ist. Die Verkürzung hängt im Grunde genommen nur von der Dislokation der Fragmente ab und wird durch die Varisierung des Schenkelhalses bestimmt. Mit der Verkürzung des Beines ist normalerweise ein Trochanterhochstand assoziiert. Auch die Schmerzempfindung variiert von Patient zu Patient, so daß man auch den Schmerz nicht als konstantes, für die Diagnose zuverlässiges Symptom ansehen darf. Bei den pertrochantären Faktoren tritt gewöhnlich durch die Stärke des direkten Traumas auf die Hüftgegend eine ausgedehnte Weichteilquetschung mit Hämatombildung zutage. Bei den medialen Schenkelhalsfrakturen sind die Schwellungen wesentlich diskreter, sie können auch manchmal fehlen. Sollte eine Schwellung auftreten, so kann sie nur in der Regio des Trigonum scarpae auftreten. Hier, in dieser Gegend, findet man auch bei Schenkelhalsfrakturen einen unterschiedlich stark ausgeprägten Druckschmerz. Bei den pertrochantären Frakturenfindet man den Punktum maximum des Schmerzes über dem Trochanter. Zur primären Untersuchung eines Patienten gehört die Inspektion und Palpation.

Bei den Adduktionsfrakturen findet man eine Außenrotation des ganzen Beines von 45 - 60 Grad, bei den pertrochantären Frakturen manchmal bis zu 90 Grad. Die Verkürzung des Beines kann 1 - 3 cm betragen. Es kann ein Zugschmerz vom Fuß und ein örtlicher Druckschmerz und Rotationsschmerz, vor allem bei der rechtwinkligen Beugung, im Hüftgelenk hervorgerufen werden.
Zur genauen und absolut sicheren Beurteilung der Schenkelhalsfrakturen und zur Unterscheidung zwischen pertrochantären Adduktions- sowie Abduktionsfrakturen, müssen Röntgenaufnahmen angefertigt werden. Das beste wäre, wenn man mindestens vier Röntgenaufnahmen anfertigen könnte und zwar

1. in der pathologischen Haltung bei Außenrotation,
2. bei Innenrotation,
3. in Steinschnittlage und
4. eine Beckenübersicht.

Jedoch ist dies bei dem traumatisierten Patienten meist unmöglich, da bei den Bewegungen im Hüftgelenk zu starke Schmerzen auftreten. Deshalb muß man sich bei der Unfallaufnahme meistens mit einer Beckenübersicht begnügen.

Zur sicheren Diagnose von Schenkelhalsfissuren können Schichtaufnahmen angefertigt werden.

Die Einteilung der Schenkelhalsfrakturen und der Frakturen des Trochantermassivs erfolgt nach unterschiedlichsten Gesichtspunkten. Es wird entweder die Lokalisation der Fraktur, der Entstehungsmechanismus oder der Neigungswinkel der Fraktur berücksichtigt.

Einteilung, die zwischen stabilen und instabilen Frakturen unterscheidet

Die Einteilung der Schenkelhalsfrakturen nach der Lokalisation

Bei der Einteilung der Schenkelhalsfrakturen nach der Lokalisation werden Bezeichnungen wie subkapitale, mediale, intermediäre und laterale Schenkelhalsfraktur verwendet. Die Brüche der Trochantergegend werden durch die Ausdrücke intertrochantär, pertrochantär und subtrochantär unterschieden. Jedoch muß sofort darauf hingewiesen werden, daß der gleiche Ausdruck bei verschiedenen Autoren nicht dieselbe Fraktur bedeutet. Eine im englischen Sprachgebiet weitverbreitete Einteilung unterscheidet zwischen inter- und extrakapsulären Frakturen. Diese Unterscheidung wurde von Astley Cooper geschaffen. Im französischen Sprachraum wird die Einteilung nach Delbet häufig angewandt. Sie unterscheidet zwischen subkapitalen, transcervikalen oder cervikalen sowie cervikotrochantäre, basocervikale sowie transtrochantäre Frakturen.

Die Einteilung der Schenkelhalsfrakturen nach dem Entstehungsmechanismus

Böhler unterschied zwischen Abduktions- und Adduktions-Brüchen. Er wollte damit gleichzeitig eine Aussage über den Unfallmechanismus machen.

Linton's Untersuchungen zeigten, daß Ab- und Adduktionsfrakturen nur verschiedene Phasen des gleichen Mechanismus sind. Er behielt jedoch auch die Einteilung zwischen Ab- und Adduktionsbrüchen.

Die Einteilung der Frakturen nach Linton

Er unterschied 7 verschiedene Gruppen:

Gruppe 1 - Abduktionsfrakturen ohne Dislokation

Gruppe 2 - Abduktionsfrakturen mit starker Dislokation

Gruppe 3 - Intermediäre Frakturen ohne größere Dislokation
- a) nicht reponiert
- b) reponiert

Gruppe 4 - Intermediäre Frakturen mit starker Dislokation
- a) nicht reponiert
- b) reponiert

Gruppe 5 - Adduktionsfrakturen mit geringer Dislokation
- a) nicht reponiert
- b) reponiert ohne Diastase
- c) reponiert mit Diastase

Gruppe 6 - Adduktionsfrakturen mit starker Dislokation
- a) nicht reponiert
- b) reponiert in Valgusstellung ohne Diastase
- c) reponiert in Valgusstellung mit Diastase
- d) reponiert mittlerer Stellung ohne Diastase
- e) reponiert in mittlerer Stellung mit Diastase
- f) reponiert in Varusstellung ohne Diastase
- g) reponiert in Varusstellung mit Diastase

Gruppe 7 - Frakturen, die in keine der oberen Gruppen passen

Einteilung der Schenkelhalsfrakturen nach dem Neigungswinkel

Die Einteilung der Schenkelhalsfrakturen nach dem Neigungswinkel geht auf Pauwels zurück. Er hat in seiner 1935 erschienenen Monographie, "Der Schenkelhalsbruch, ein mechanisches Problem", folgendes geschrieben: "Die Druckbeanspruchung des Schenkelhalses kann, wenn ich kurz zusammenfasse, grundsätzlich in dreifacher Form auf das Regenerat zur Auswirkung kommen, Ich halte es deshalb für zweckmäßig, die verschiedenen Schenkelhalsbrüche, im Hinblick auf die Prognose und Therapie, nach ihrer mechanischen Konstellation in folgende drei Gruppen einzuteilen:

1. In Brüche 1. Grades, bei welchen die mechanische Beanspruchung im Sinne funktioneller Druckbeanspruchung wirkt und das Regenerat in ganzer Ausdehnung unter wirksamer Druckspannung steht.
2. In Brüche 2. Grades, bei welchen die mechanische Beanspruchung im Sinne freier Schwerkraft wirkt, während die Wirkung der anpassenden Teilkraft keinen Einfluß auf das Regenerat ausüben kann, also latent bleibt.
3. In Brüche 3. Grades, bei welchen die mechanische Beanspruchung im Sinne freier Schwerkraft in Kombination mit Zugkraft wirkt, also zwei schädigende Kräfte enthält."

Diese Einteilung von Pauwels geht unter der Bezeichnung Pauwels 1, Pauwels 2 und Pauwels 3 in die Literatur ein und wird häufig angewandt. Bei einem Neigungswinkel der Fraktur unter 30 %, wird an der Stelle der Bezeichnung Pauwels 1, auch von gestauchter Fraktur gesprochen. Für den Typus Pauwels 2, mit einem Neigungswinkel zwischen 30 % und 70 %, wird der Ausdruck stabile Schenkelhalsfraktur und vom Typus Pauwels 3, mit einem Neigungswinkel über 70 %, die Bezeichnung instabile Schenkelhalsfraktur benutzt. Der Pauwelswinkel kann jedoch nur anhand einer Beckenübersichtsaufnahme gemessen werden. Er hängt außerdem auch noch von der Stellung des Femurs ab.
Linton schuf deshalb eine einfachere und genauere Messung der Winkel. Er bestimmt den Winkel zwischen der Ebene der Frakturfläche des distalen Fragments und der Senkrechten zur Längsachse des Femurschaftes.

Dieser Winkel ist um 5 bis 7 Grad größer als der Pauwel'sche Winkel, da die Längsachse des Oberschenkels mit der Vertikalachse nach Tick in einem Winkel von 5 - 7 Grad steht.

Eyre-Brook mißt den Winkel zwischen der Längsachse des Femurs und der Frakturebene. Dies ist der Komplementärwinkel zum Linton'schen Winkel. Das gleiche gilt auch für die Winkelmessung nach Valley.

Die Therapie der Schenkelhalsfrakturen

Die Adduktionsfrakturen werden heutzutage überwiegend aktiv, operativ versorgt. So können die meist älteren Patienten vor längerer Immobilisation im Bett und vor der Gefahr von Thrombo-Embolien, von Pneumonien und Decubitalulcera im großen und ganzen bewahrt werden.
Bei der operativen, aktiven Versorgung der Schenkelhalsfrakturen, speziell der medialen Frakturen, geht man heute von folgenden Gesichtspunkten aus:
Handelt es sich um Patienten, die über dem 70. Lebensjahr stehen oder bereits deutliche arthrotische Veränderungen im Bereich des betroffenen Hüftgelenkes haben, so sieht man von einer Nagelung des Schenkelhalses ab. Bei diesen Patienten wird man entweder eine Endoprothese oder eine Totalendoprothese implantieren. (Die genauen, operativen und technischen Vorgänge werden in einem späteren Kapitel behandelt.)
Patienten unter 70 Jahren und auch Patienten, die ein biologisches Alter unter 70 Jahren haben, werden bei medialen Schenkelhalsfrakturen mit einer Nagelung versorgt. (Im Verlaufe der nächsten Kapitel wird auf einige Methoden der Schenkelhalsnagelung näher eingegangen.)
Als wichtigste Voraussetzung für die Durchführung und den Erfolg einer Osteosynthese kann eine exakte Reposition vorausgesetzt werden. In der Literatur herrschen auch über den Zeitpunkt und die Durchführung der Reposition Unterschiede. So empfiehlt Bonnin 1957 als Sofortmaßnahme, das Bein auf eine Braun'sche Schiene zu lagern und eine Extension mit einem Kirschner-Draht durch die Tuberositas tibiae anzulegen und auf diese Extension ein Gewicht von einem Siebtel des Körpergewichts einwirken zu lassen. Er führt die Osteosynthese erst nach gründlicher Vorbereitung der Patienten durch.
Die primäre Frakturversorgung von Böhler ist ähnlich. Er begnügt sich jedoch nicht damit, einfach einen Zug anzulegen, sondern er richtet sein weiteres Handeln nach der Frakturart. Besteht keine Seitenverschiebung und keine Verkürzung, so genügt die Einwärtsdrehung, um die Bruchstücke aneinander zu legen. Besteht eine

Verkürzung, so wird diese zunächst durch einen Zug in Längsebene beseitigt. Anschließend wird die seitliche Verschiebung der Frakturteile durch Innenrotation ausgeglichen. Böhler operiert die Patienten, bei gutem Allgemeinzustand, zwischen dem zweiten und vierten Tag.
Die Arbeitsgemeinschaft für Osteo-Synthese empfiehlt eine Versorgung der medialen Schenkelhalsfrakturen innerhalb der Sechs-Stunden-Grenze, da die Kopfgefäße sonst thrombosieren und die Gefahr einer Kopfnekrose verstärkt auftreten würde.
Zur Reposition mit der freien Extremität werden in den englischsprechenden Ländern hauptsächlich die Methoden nach Whitman und Leadbetter angewandt. Whitman geht wie folgt vor:

Zunächst wird die Verkürzung durch Zug ausgeglichen. Das Becken wird immobilisiert. Anschließend wird der Oberschenkel auf Höhe des gesunden Oberschenkels gehoben und nach lateralwärts gezogen. Dadurch kann das distale Fragment befreit werden. Anschließend wird das verletzte Bein langsam und vorsichtig nach innen rotiert. Dann werden beide Beine, soweit wie möglich, abduziert und an den Fußplatten fixiert.
Leadbetter empfiehlt, das Knie zu beugen, einen leichten Zug auf die Hüfte auszuüben und anschließend langsam bis 90 Grad zu beugen. Daraufhin wird der adduzierte Oberschenkel gehoben. Durch das Heben des Oberschenkels soll die Verschiebung nach hinten und die Verkürzung ausgeglichen werden. Dann erfolgt eine langsame Innenrotation bis 45 Grad. Anschließend Abduktion und Extension. Die Gegenseite ist voll abduziert.

Um sämtliche Repositionsmethoden genau zu beschreiben, ist weder Ort noch Zeit, da es multiple Variationen der Reposition gibt. Sollte es vor der Operation nicht zu einer idealen Reposition kommen, muß diese während der Operation in offener Reposition erfolgen.

Die konservative Behandlung der Schenkelhalsfrakturen

Abduktionsbruch

1. Bei gutem Allgemeinzustand:
   Das Bein wird auf einer verstellbaren Beinschiene mit Suspension des Fußes für 2 bis 3 Tage gelagert. Dann wird ein Unterschenkel-Zinkleimverband angelegt und außerdem ein Gipshosenverband. Die Gipshose umfaßt den kleinen Beckenring und reicht am verletzten Bein bis knapp oberhalb des Kniegelenks. Um Druckstellen zu vermeiden, muß der Verband in der Gesäßfalte und über dem Tuber ischii besonders sorgfältig modelliert werden. Er muß mit Hosenträgern gehalten werden. Der Kranke sollte ihn 2 Monate lang tragen.

2. Patienten in schlechtem Allgemeinzustand:
   Das gebrochene Bein wird auf einer verstellbaren Beinschiene mit Fußsuspension für die Dauer von 3 - 4 Wochen gelagert. Während dieser 3 - 4 Wochen erhält der Patient eine aktive Übungsbehandlung. Nach 4 Wochen wird ein Unterschenkel-Zinkleimverband angelegt und mit dem Aufstehen begonnen.

Die Prognose der Abduktionsfraktur ist sehr gut, da die Bruchflächen annähernd horizontal aufeinander stehen und durch die Druckwirkung rasch heilen.

Adduktionsbruch

Die konservative Therapie der Adduktionsfrakturen sei hier nur kurz gestriffen, da heutzutage vorwiegend die aktive operative Therapie bevorzugt wird. Bei der Adduktionsfraktur sind auch bei der konservativen Behandlung die Heilungsaussichten sehr schlecht. Es drohen Pseudarthrose und Kopfnekrose. Die durchschnittliche Heilungsdauer beträgt 6 Monate.

Die konservative Therapie

Speziell für ältere Patienten und Patienten, die bereits vor dem Unfall bettlägerig waren, empfiehlt sich die Dauerextension. Das Bein wird in Semiflexionslagerung auf einer verstellbaren Beinschiene gelagert. Unter der Matratze erhält der Kranke eine Brettunterlage. Der Extensionszug wird durch die Tuberositas tibiae geschossen. Läßt die Röntgenkontrolle nach 2 Tagen erkennen, daß die Zugwirkung nicht ausreichend ist, wird das Gewicht vermehrt. Das Bettende wird auf ca. 30 cm hochgestellt. Beide Beine werden in Abduktionslagerung in einem Winkel von ca. 45 Grad gelagert. Man legt Kissen zwischen die beiden Beine, damit sich das gesunde Bein nicht parallel zu dem verletzten Bein legen kann. Sonst stellen sich nämlich die Fragmente in Adduktionsstellung und es resultiert daraus eine Coxa vara. Nach Ausgleich der Verkürzung, er tritt nach ca. 4 - 5 Stunden ein, erfolgt Innenrotation des Beines durch Hochhängen des äusseren Nageleckes an einen Bettgalgen. Die Drahtextensionsbehandlung wird ca. 4 Wochen durchgeführt. Anschließend wird der Extensionsdraht entfernt und durch einen Doppelzug am Ober- und Unterschenkel mit Heftpflaster oder mit der Stülpatechnik ersetzt. Die Auswechslung der Gewichte bzw. die Nagelentfernung muß schrittweise erfolgen, so daß das Bein während des Verbandwechsels nicht zeitweilig ohne Zugwirkung liegenbleibt. Die Heftpflaster-Extensionsbehandlung wird für 6 Monate durchgeführt, d.h. bis zur knöchernen Konsolidation der Fraktur. Zwischenzeitlich wird eine intensive aktive Übungsbehandlung durchgeführt. Aufstehen und Gehübungen im Gehwagen oder mit 2 Stöcken können frühestens nach Ablauf der 6 Monate erfolgen. Bei rezidivierender Dislokation muß extraartikuläre Nagelung, sobald sich der Allgemeinzustand gebessert hat, erfolgen.

Operationsmethoden

Vor der Wahl der Operationsmethoden muß der Patient genau untersucht werden. Die Wahl der Operationsmethode hängt von der Art der Fraktur, von dem Alter des Patienten und von seinem gesundheitlichen Zustand ab. So ist natürlich die Behandlung einer pathologischen Spontanfraktur eine andere, als die einer traumatischen Fraktur. In grundlegenden Zügen kann man sagen, daß mediale Adduktionsfrakturen bei Patienten, bei denen der Pauwels-Winkel kleiner als 70 Grad ist, genagelt wird. Eine weitere Voraussetzung ist, daß die Patienten jünger als 70 Jahre sind, daß sie sich in einem guten Allgemeinzustand befinden, daß keine deutliche cerebral Sklerose besteht und daß es sich nicht um eine pathologische Fraktur handelt. Bei jungen Patienten, bei denen der Pauwels-Winkel größer als 70 Grad ist und es sich um einen medialen Adduktionsbruch handelt, wird eine intertrochantäre, 30 Grad-Valgisationsostheotomie, bei gutem Allgemeinzustand, empfohlen. Handelt es sich um einen medialen Adduktionsbruch bei einem Patienten, der älter als 70 Jahre ist - hier zählt natürlich auch das biologische Alter - oder bei Patienten mit Morbus Parkinson oder deutlichen hirnsklerotischen Veränderungen sowie natürlich auch bei pathologischen Frakturen, so wird heute bei einwandfreien Gelenkverhältnissen eine Kopfprothese und bei Cox-arthrose eine Total-endoprothese empfohlen.

Der mediale Adduktionsbruch wird, wenn es sich um Frakturen mit einem nach vorne offenen Winkel in der axialen Aufnahme von weniger als 30 Grad handelt, konservativ behandelt. Die Patienten dürfen nach einigen Tagen bereits mit 20 kg belasten.

Die Zugänge zum Hüftgelenk

Der Zugang zum Hüftgelenk sollte sich den anatomischen Gegebenheiten weitmöglichst anpassen. Er sollte übersichtlich, aber auch schonend sein. Der Zugang kann von dorsal, lateral und ventral erfolgen. Breite Weichteil-Durchtrennungen und die Trochanterabmeißelung sollten, wenn möglich, unterbleiben. Die gebräuchlichsten Zugänge von ventral zum Hüftgelenk sind der einfache, vordere Zugang, der Langenbeck, Lücke, Rose und Schede zugeschrieben wird; Lorenz Böhler und die Gebrüder Judet modifizierten diesen Zugang. Die Schnittführung zieht von der Spina iliaca anterior superior, am seitlichen Rande des Musculus sartorius, ca. eine handbreit abwärts. Nach Durchtrennung der fasciae wird zwischen dem Musculus sartorius und dem Tensor fasciae latae die Kapsel dargestellt. Der Musculus rectus femuris muß nach medial verdrängt werden. Normalerweise ist es nicht erforderlich, den Ansatz des Musculus rectus femuris zu durchtrennen, jedoch kann dies, wenn ein größerer Überblick erforderlich ist, geschehen.

Der ventro laterale Schnitt

Er basiert auf den Arbeiten von Smith-Peterson. Der Schnitt verläuft auf der Crista iliaca und zieht von der Spina iliaca im Sulcus zwischen dem Musculus tensor fasciae latae und dem Musculus sartorius abwärts. Die Länge des vertikalen und horizontalen Schnittes hängt von der jeweiligen Operation ab. Wenn man in die Tiefe vordringt, wird zunächst die Muskulatur subperiostal vom Beckenkamm gelöst, dann dringt man zum Pfannendach vor. Zur Vermeidung von Blutungen tamponiert man den Raum zwischen der pelvitrochantären Muskulatur, einschließlich des Musculus tensor fasciae latae und der Beckenschaufel. Der Musculus rectus femuris wird mit einem fünften Raspatorium von der Kapsel abgeschoben und mit einem Haken weggehalten. Jetzt hat man einen sehr guten Überblick auf die Gelenkkapsel.
Um einen besseren Überblick auf das Gelenk zu gewinnen, können die lateralen Fasern des Musculus iliacus durchtrennt werden. Bei dieser Schnittführung trifft man auf den Nervus cutaneus fibularis, der medio-lateral verlaufend, die Incision kreuzt. Des weiteren stößt man auf denR.ascendens der Arteria circum flexa femuris. Man soll, wenn möglich, sowohl den Nerv als auch die Arterie schonen. Muß bei der Operation gleichzeitig ein Zugang zum Trochantermassiv geschaffen werden, so kann der ventro laterale Zugang nach der Variation nach Matthieu bzw. Calahan erweitert werden. Das bedeutet, daß der

horizontale Schenkel bis zum Niveau des Trochanter major geführt wird, und danach biegt die Schnittführung auf die laterale Fläche des Oberschenkels subtrochanter um. Bei dieser Schnittführung wird in der Tiefe der Musculus tensor fasciae latae durchtrennt und man gelangt direkt auf den Musculus vastus und den Trochanter major. Diese Schnittführung ist lediglich bei Durchführung einer Artrodese im Hüftgelenk empfehlenswert, da die Muskulatur in zu großem Maße geschädigt wird.

Die lateralen Zugänge

Lexer, Murphy und Ollier empfehlen eine seitliche Eröffnung des Hüftgelenks. Bei diesem Zugang beginnt die Hautinzesierung an der Spina iliaca anterior superior und verläuft bogenförmig unterhalb des Trochanter major zur Spina iliaca posterior. In der Tiefe dringt man am vorderen Rand des Musculus glutaeus maximus stumpf vor und die Fasern des Musculus glutaeus medius werden auseinander gedrängt. Anschließend trägt man den Trochanter Major oberhalb der Insertion des Musculus vastus lateralis ab. Er wird anschließend mit der pelvitrochantären Muskulatur hochgeschlagen und somit wird die Eröffnung der Gelenkkapsel ermöglicht. Dieser Zugang erlaubt einen breiten Einblick in das Gelenk. Man kann, je nach Zielsetzung der Operation, den Femurschaft durch einen senkrechten Schnitt noch freilegen.
Nach der Operation wird der Trochanter major mit einer Schraube oder einer Zuggurtung reinseriert. Als weiteren, lateralen Zugang können wir den von Lange und Watson-Jones empfohlenen Zugang zum Hüftgelenk angeben. Bei diesem Zugang verläuft die Schnittführung von der Spina iliaca anterior superior beginnend zum Trochanter und von dessen Spitze entlang dem Femurschaft abwärts auf eine Länge von etwa 20 cm. Man bringt zwischen den Vorderrand des Musculus glutaeus medius und dem Musculus tensor fasciae latae bis zur Erreichung des Trochanter major in die Tiefe ein. Der weitere Weg abwärts vom Trochanter major ist durch das Spatium intermusculare vorgezeichnet.
Da dieser Zugang nur eine ungenügende Handlungsfreiheit gewährt, ist er nur für bestimmte ankylosierende Eingriffe empfehlenswert.
Soll eine gute Übersicht über das Hüftgelenk, bei gleichzeitig freigelegtem oberen Femurende gewährleistet sein, so empfiehlt sich der Gebrauch eines s-förmigen Kombinationsschnittes, der über die Crista iliaca verlaufend, sich von der Spina iliaca anterior superior zur Trochanterspitze wendet und von dort aus abwärts verläuft.

Bei diesem Kombinationsschnitt werden die Nagelarthrodese des Hüftgelenkes sowie verschiedene Arten von Osteosynthese am oberen Femurende und am Trochanter einschließlich Regio subtrochanterica wesentlich erleichtert.

Die dorsalen Zugänge zum Hüftgelenk

Der laterale dorsale Zugang ist der bei weitem schonendste zum Hüftgelenk. Er gewährleistet gleichzeitig einen breiten Einblick und eine in keiner Weise eingeschränkte Operationsfreiheit. Der lateral dorsale Zugang wendet sich in der Tiefe dem rückwärtigen Teil des Hüftgelenks zu. Dieser lateral dorsale Zugang entwickelte sich nach den Arbeiten von Kocher, Langenbeck und Osborne und wurde durch Gibbson modifiziert. Heute heißt er der Kocher-Gibbson-Schnitt. Er verläuft in Seitenlage des Patienten, drei Finger breit lateral von der Spina iliaca posterior zu der Trochanterspitze und zieht von dort in einem der Zielsetzung der Operation erforderlichn Maß den Femurschaft abwärts. Die glutaeal Muskulatur wird stumpf auseinander gedrängt, der Tractus iliotibialis gespalten. Der Tractus iliotibialis läßt sich ohne Schwierigkeiten abschieben und das Trochantermassiv kann frühzeitig von beiden Seiten, sowohl von hinten als auch von vorne, eingesehen werden. Die Weichteile werden nach dorsomedialwärts abgeschoben. Anschließend werden die kleinen Exorotatoren der Musculus piriformis und die Musculi gemelli dargestellt und an ihrem sehnigen Ansatz durchtrennt. Die Muskelmasse der Musculi piriformis und gemelli werden mit einem stumpfen Raspatorium medialwärts abgedrängt und danach kann man den dorsalen Anteil der Hüftgelenkkapsel gut einsehen. Sie wird entweder eröffnet oder excidiert. Dann muß noch unbedingt der eigentliche hintere Zugang zum Hüftgelenk besprochen werden. Er beruht auf einer Schnittführung, die von der Spina iliaca posterior zum hinteren unteren Rand des Trochanter major verläuft. Die Faser des Musculus glutaeus maximus wird auseinander gedrängt und dadurch wird das Vordringen in die Tiefe ermöglich. Die Gelenkkapsel wird durch Abschieben des Musculus glutaeus medius und minimus und Weghalten des Musculus periformis nach medial dargestellt. Sollte die Eröffnung des Gelenkes nicht ausreichen, kann durch Resection des Musculus obturatorius internus der Musculi gemelli sowie einer breiten Excision der Kapsel über dem Schenkelhals ein wesentlich breiterer Zugang geschaffen werden.

Der mediale Zugang

Der mediale Zugang wird nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Er findet nur bei der offenen Reposition der angeborenen Hüftdysplasie Verwendung. Die Schnittführung verläuft bei gebeugtem, abgespreizten sowie auswärtsrotiertem Bein über der vorspringenden Kontur der Adduktoren. Man geht an dem ventralen Rand der Adduktoren nach Spaltung der Fascie in die Tiefe. Dann stellt sich der Musculus pectineus über der Kapsel dar und muß sorgfältig zur Seite gehalten werden. Nach Ligatur bzw. Koagulation des tiefen Astes der Arterie und vena circumflexa femuris medialis ist der Zugang zur Hüftgelenkkapsel von unten her frei. Diese wird t-förmig incidiert und danach kann man das Gelenk für die offene Reposition in genügendem Maße überblicken.

Die Perkutan-Nagelung von Knowles

In den 40er und 50er Jahren wurde die Schenkelhalsnagelung mit multiplen Nägeln von F. L. Knowles, Telson und Ransohoff, Austin Moore und Gaenslen propagiert. Telson und Ransohoff trieben ihre Schrauben durch die Haut blind in den Schenkelhals vor. Diese Methode wurde von Knowles als falsch beurteilt. Jordan begann, die Knowles-Nägel im Lennox-Hill-Hospital, in Mitte der 40er Jahre,perkutan zu gebrauchen. Die Technik war wie folgt:

Der Patient wird in Intubations-Narkose, Leitungs- oder Lokalanästhesie operiert. In der Originalarbeit empfiehlt Jordan, die Operation im Gipsraum. Doch wird sie heute normalerweise im Operationssaal durchgeführt. Der Patient wird auf den Extensionstisch gelegt und die Fraktur nach der Methode der Wahl reponiert. Die Autoren empfehlen, manuelle Extension und Innenrotation. Sobald die AP und seitlichen Röntgenaufnahmen eine ausreichende Reposition der Fraktur zeigen, wird mit der Nagelung begonnen. Die Reposition sollte so korrekt wie nur möglich sein. In der AP-Aufnahme soll der Calcar femurale den Femurkopf stützen und eine leichte Valgus-Stellung ist wünschenswert. Der seitlichen Aufnahme dürfte nicht mehr als 20 Grad anteriore Abwinkelung akzeptiert werden. Jeder weitere Grad an Varus-Stellung ist absolut kontraindiziert und würde zu schlechten Ergebnissen führen.

Um den ersten Nagel korrekter setzen zu können, wird ein Markierungssystem, das auf der seitlichen Topografie beruht, benutzt. Ein Knowles-Nagel wird auf die Haut der vorderen Hüftregion gelegt, so daß der Kopf über dem seitlichen Rand des Femurschaftes, ca. ein- oder zweifingerbreit unterhalb des großen Trochanter, zu liegen kommt. Die Spitze der Schraube soll auf der Linie, die zwischen dem Tuberculum pubicum und der Spina iliaca anterior superior, in Höhe des mittleren Drittels zu liegen kommen. Sobald der Probenagel liegt, werden die ersten Röntgenaufnahmen angefertigt. Die Anbringung des ersten Nagels erfolgt parallel zum Probenagel,und die Länge der Nägel wird ungefähr von den Röntgenaufnahmen errechnet.
Anschließend werden erneut Röntgenaufnahmen angefertigt oder die Lage des Nagels mit Bildwandler kontrolliert. An der Seite der Hüfte wird, etwa zwei fingerbreit unterhalb des großen Trochanter, eine Stichincision angelegt. Der Nagel wird bis zu den Knochen eingetrieben und soll mit seiner Spitze in der Konvexität des Caput femuris zu liegen kommen. Der Markierungsnagel ist für die Lage des Nagels in der Frontalebene nützlich, jedoch muß auch

ein Assistent die Einbringung des Nagels in Sagitalebene beobachten. Man sollte keine Gewalt anwenden, um den Nagel in den Knochen zu treiben, da sonst der Nagel vorzeitig ausbrechen könnte. Es sollte jegliche Anstrengung unternommen werden, um den Nagel in den Zwischendrallknochen des Kopfes vorzutreiben und so eine maximale Länge des Nagels im Kopffragment zu erzielen. Der Chirurg sollte so lange bohren, bis er auf einen Widerstand stößt, der entweder den Kontakt mit dem subchondralen Knochen oder das Anstoßen des Nagels am Cortex anzeigt. Der erste Nagel wird in leichter Valgus-Stellung und ziemlich genau parallel zum Schenkelhals eingebracht. Jetzt werden Röntgenaufnahmen angefertigt und, sofern der Nagel in guter Stellung liegt, werden zwei oder drei weitere Nägel parallel zum ersten eingebracht. Die Lage der Nägel zueinander ist egal. Man kann die Nägel parallel oder im Dreieck anbringen. Die Ergebnisse in den Arbeiten sind genau die gleichen.

Die postoperative Behandlung ist den anderen Verfahren ähnlich. Auch hier darf mit der Vollbelastung erst nach vollständiger Konsolidierung der Fraktur begonnen werden.

Die Nagelung mit dem Smith-Petersen- oder Böhler-Nagel

Die Technik: Der Patient wird auf dem Extensionstisch gelagert. Die Beine werden um 20 bis 30 Grad abduziert und leicht nach innen rotiert. Es wird ein Bildwandler so eingestellt, daß die anterior-posteriore Ebene kontrolliert werden kann und ein zweiter zur Kontrolle der Axialebene eingestellt.
Nach der Lagerung muß unter Bildwandlerkontrolle die exakte Reposition der Frakturstücke kontrolliert werden. Sollten diese nicht ideal stehen, muß man sie mit Extension, Abduktion und Innenrotation zu einem idealen Stand bringen. Gelingt dies immer noch nicht, so müssen die Frakturstükke mit einer offenen Reposition in ideale Stellung gebracht werden.

Wir wollen jetzt zunächst den Operationsverlauf bei gelungener Reposition schildern.
Es wird zunächst ein ca. 10 cm langer Längsschnitt angelegt, der etwas distal der Spitze des Trochanter major beginnt. Die Fasci wird durchtrennt und anschließend wird ein Teil des Musculus vastus lateralis gelöst.
Als nächster Schritt wird ein Führungsdraht unter Bildwandlerkontrolle eingebohrt. Dieser Kirschner-Draht sollte im caudalen Teil des Schenkelhalses liegen. Man versucht, den Nagel möglichst nahe am Adam'schen Bogen verlaufen zu lassen. Bei diesem Schritt ist die Bildwandler- bzw. Röntgenkontrolle in zwei Ebenen absolut erforderlich. Liegt der Führungsdraht gut, so wird das herausstehende Teil des Drahtes gemessen und durch Subtraktion die Länge des erforderlichen Nagels bestimmt. Für schmale Schenkelhälse wird der Smith-Petersen-Nagel empfohlen. Bei dickeren nimmt man einen Böhler-Nagel. Es wird bis zum lateralen Schenkelhalsdrittel mit einem Bohrer vorgebohrt. Anschließend wird eine, der Lamellengröße des Nagels entsprechende Raspe bis zum lateralen Schenkelhalsdrittel eingeschlagen, um dem Nagel eine gute Führung geben zu können. Jetzt wird der Nagel unter Bildwandlerkontrolle in den Kopf vorgeschlagen. Sollte es beim Vorschlagen des Nagels zu einer Distraktion der Frakturteile kommen, werden diese durch einige kräftige Hammerschläge auf ein über dem Trochanter major gelegtes Vorschlagstück verkeilt. Um die Distraktion der Frakturteile von vornherein auszuschließen, kann eine Spongiosa-Schraube mit kurzem Gewinde knapp distal des Trochanter major in den Kopf eingeschraubt werden. Wird der Nagel danach erst über den Frakturspalt getrieben,

kann es nicht mehr zur Distraktion der Frakturteile kommen.
Als letzter Schritt wird am herausstehenden Nagelende eine Platte angeschraubt und diese am Femur mit 2 bis 3 Corticalisschrauben fixiert.

Die postoperative Behandlung verläuft wie folgt: Bereits am Tage nach der Operation beginnt der Patient mit Anspannungsübungen. Ist er kräftig genug, auf 2 Krücken oder im Gehwagen zu gehen, darf er am Ende der ersten Woche aus dem Bett. Er darf jedoch die verletzte Extremität unter keinen Umständen belasten. Der Patient darf frühenstens in der sechsten Woche mit einer leichten Teilbelastung beginnen. Die Vollbelastung richtet sich ausschließlich nach den Röntgenaufnahmen.

Die Technik der Schenkelhalsnagelung mit dem Küntscher-Nagel

Küntscher fordert die Operationslagerung auf dem Extensionstisch. Der Patient liegt in Rückenlage. Das verletzte Bein ist abduziert und extrem innenrotiert. Es wird an beide unteren Extremitäten ein Zug von ca. 30 - 40 kg angelegt. Der Oberschenkel liegt in Frontalebene und darf weder gebeugt noch hyperextendiert werden. Die Reposition erfolgt bereits bei der Lagerung. Und zwar empfiehlt Küntscher, das Bein kräftig mit den Händen nach innen zu drehen und auch mit den Händen die Trochantergegend, bei voller Extension, nach lateral zu ziehen. Anschließend erfolgt die Abdeckung des Operationsgebietes. Als nächsten Schritt schlägt Küntscher einen Steinmann-Nagel oder einen Kirschner-Draht percutan , etwa eine handbreit distal der Trochanterspitze, durch die Haut in den Femurschaft. Röntgenbilder oder Bildwandler in beiden Ebenen zeigen das Repositionsergebnis. Unter Bildwandlerkontrolle wird ein Oberschenkelmarknagel so aufgelegt, daß er durch die Kopfmitte geht und dem Adam'schen Bogen aufliegt. Die Stelle, an der er die Corticalis schneidet, wird markiert. Hier befindet sich der gesuchte Punkt zum Anlegen des Bohrloches.
Jetzt erfolgt der Hautschnitt. Der Femurschaft wird frei präpariert und an der vorher markierten Stelle wird das Bohrloch angelegt. Dieses sollte nicht genau in die Mitte des Knochens, sondern etwa 1 cm dorsal davon liegen. Bei dem Anlegen des Nagels, genau in Mitte des Femurschaftes, würde der Nagel nicht in den Schenkelhals eintreten können. Das Bohrloch soll schräg angelegt werden, so gelingt es dem Nagel mühelos, bis auf den Adam'schen Bogen gleiten zu lassen. Es ist absolut kontraindiziert, Gewalt anzuwenden. Lediglich leichte Hammerschläge sind erlaubt. Der Nagel wird unter Bildwandlerkontrolle soweit eingeschlagen, daß er nur noch 1 cm aus dem Femurschaft herausragt. Eine Halteschraube wird in das höchste, noch erreichbare Loch des Nagelkopfes eingeschraubt. Diese Halteschraube erlaubt dem Nagel, beim Zusammensintern des Halses, mit dem Kopf tiefer zu treten. Anschließend erfolgt der Wundverschluß.

Die Technik der Schenkelhalsnagelung nach Deyerle

Deyerle gibt an, daß die Ergebnisse der Behandlung der Schenkelhalsfrakturen sich verbessert hätten, seitdem er die Reposition nach McElvenny in Valgus-Stellung durchführt und den Nagel zusätzlich mit einer am Femurschaft fixierten Platte befestige. Er benutzte eine Kombination von Smith-Petersen-Nagel mit 5 Stiften von 1,8 Inch Durchmesser. Diese Stifte werden mit einer Spezialplatte am Femurschaft gesichert. Die Operation erfolgt in folgender Weise:

Zunächst wird die Fraktur im Sinne von McElvenny in Valgus-Stellung reponiert. Sollte ein Knochenspan am Kopffragment vorhanden sein, wo wird er in das Halsfragment eingebracht. Deyerle legt den proximalen Teil des Femurschaftes soweit frei, daß die Palpation des oberen und unteren Randes des Schenkelhalses mit dem Finger möglich ist. Ca. 2,5 cm unterhalb des Trochanter major wird ein Bohrloch von einem halben Inch Durchmesser im Femurschaft angebracht. Anschließend wird der Smith-Petersen-Nagel von Hand bis an die Frakturstelle vorgeschoben. Daraufhin werden Röntgenaufnahmen angefertigt. Die Platte wird an dem Nagel fixiert und ein bis zwei Kirschner-Drähte über dem Frakturspalt in den Femurkopf geschlagen. Unter Umständen können diese auch zur besseren Fixierung des Kopffragmentes bis ins Acetabulum vorangetrieben werden. Nach Fixierung des Kopffragmentes werden Nagel und Platte ganz eingeschlagen und die Platte mit Schrauben am Femurschaft fixiert. Die Stifte werden jetzt in den Femurkopf eingeschlagen. Die Länge der Stifte sollte grundsätzlich ein klein wenig länger als die des Nagels sein.
Um ein besseres Zusammensintern der Fraktur zu ermöglichen, kann anstelle des Smith-Petersen-Nagels auch ein Teleskopnagel nach Pugh oder Massie angewandt werden.

Die Behandlung der Schenkelhalsfrakturen mit autoplastischen Knochenspänen

Eine weitere, heute nicht mehr angewandte Operationsmethode kreierte Bado 1952. Er gab an, daß der Knochen freigelegt werden müsse, ein Führungsdraht in den Femurhals und -kopf eingebohrt wird und zur gleichen Zeit ein Knochenspan an der Vorderseite des Schienbeines der gleichen Seite entnommen werden müsse. Anschließend wird ein Bohrer von 11 mm Durchmesser über den Führungsdraht und unter Röntgenkontrolle bis in den Kopf vorgetrieben. Eine Perforation des Kopfes muß unter allen Umständen vermieden werden.
Als letzter Schritt wird der vorbereitete Knochenspan in einem Winkel von 135 Grad eingeschlagen und ein Beckengips angewandt.

Godoy-Moreira und Pires de Camargo kombinierten 1957 die Anwendung einer Schraube mit einem Tibiaspan und sie füllten die Lücke zwischen den Frakturflächen mit autoplastischer Spongiosa auf. Die Operationsdurchführung erfolgt in gleicher Weise wie bei Bado.

Ein ähnliches Verfahren wandten noch mehrere andere Autoren wie z. B. Patrick 1959, Zara und andere im Laufe der Jahre an. Die Ergebnisse waren durchwegs als gut zu bezeichnen.

Die Behandlung der Schenkelhalsfrakturen mit dem Pugh-Nagel

Die Indikation zur Anwendung des Pugh-Nagels kann nach dem Autoren, bei fast allen Schenkelhalsfrakturen verwandt werden. Eine Contraindikation ist dann gegeben, wenn die Patienten weder für Intubationsnarkose noch für Spinalanästhesie geeignet sind. Des weiteren kann er nicht angewandt werden, wenn der Kragen der Schraube die Fraktur überquert. Es gibt Halslängen von 6,3 und 7,6 cm.
Die Operationstechnik erfolgt meist in Intubationsnarkose von der lateralen Standartincision her. Die Fraktur wurde nach Leadbetter reponiert, eine leichte Varus- oder Valgus-Stellung sowie eine leichte Neigung nach anterior oder posterior wird noch als möglich empfunden. Die Stellung der Fraktur und die Lage, in der der Nagel liegen muß, werden durch a. p. und seitliche Röntgenaufnahmen festgestellt. Man kann natürlich die Stellung der Fraktur auch durch den Extensionstisch fixieren. Benutzt man den Extensionstisch so wird die verletzte Hüfte in leichte Extension und Abduktion sowie eine ausreichende Innenrotation gebracht, damit man den Kopf, den Schenkelhals sowie den großen Trochanter in einer Horizontalebene bringen kann. Die gegenüberliegende Hüfte wird in ausreichende Beugung gebracht, um laterale Röntgenaufnahmen zu erlauben.
Der Einschlagpunkt am Trochantergebiet muß so gewählt werden, daß die Platte des Nagels glatt am Femurschaft liegt, wenn der Nagel eingebracht ist. Normalerweise bringt man zunächst 2 Bohrlöcher am lateralen Cortex an, um die endgültige Einbringung des Nagels zu erleichtern. Sobald die Führungsschraube in der gewünschten Position liegt, wird ein 1.3 cm-Durchmesser-Bohrer, entlang der Schraube, vorgetrieben, um die Einbringung des Nagelzylinders, der 1,3 cm im Durchmesser hat, zu erleichtern. Der Zylinder darf keinesfalls länger als der Nagelzylinder eingebracht werden, da sonst die Fixierung des Teleskopanteils des Nagels nicht im Femurkopf fest verankert werden kann.
Anschließend wird die Nagelplatte am Femurschaft mit 3 Schrauben fixiert und der Teleskopanteil des Nagels in seine eigentliche Tiefe vorangetrieben. Unter Bildwandlerkontrolle oder mit a. p. und seitlichen Röntgenaufnahmen wird jetzt die Lage des Teleskopanteils des Nagels nochmal kontrolliert. Der Nagel sollte im Zentrum des Schenkelhalses oder

etwas unterhalb des Zentrums liegen, um eine feste Verankerung im Calcar femurale zu erlauben.
Postoperativ wurden von den Autoren keine Antibiotika angewandt. Am zweiten, postoperativen Tag, werden die Patienten in einen Stuhl gesetzt. Ca. 14 Tage nach der Operation dürfen die Patienten, ohne die verletzte Hüfte zu belasten, mit Krücken oder einem Gehwagen gehen. Die volle Belastung der verletzten Hüfte wurde erst, nachdem die knöcherne Verbindung unter Röntgenkontrolle gesichert war, erlaubt.

Ein ähnliches Konstruktionsverfahren wie der Pugh-Nagel entwickelte Massie und veröffentlichte es 1958. Massie ging bei der Entwicklung des teleskopierenden Nagels von der Überlegung aus, daß, wenn es gelingt, die Frakturlinie durch Manipulation senkrecht zu den medialen Trabekeln im Schenkelhals zu stellen und die Retention mittels eines parallel zu den Trabekeln liegenden Nagels erfolgt, die Scherkräfte ausgeschlossen werden können. Durch das Gleiten des Nagels ist es möglich, die Fraktur während der Operation zu stauchen. Weitere und spätere Verkeilung erfolgt durch den Muskelzug.
Massie übernahm die Reposition in Valgus-Stellung des Kopffragments von McElvenny und den Neigungswinkel von 155 Grad, aufgrund einer Vektor-Analyse, die von Inman errechnet wurde.
Die Operationsvorbereitung und Lagerung erfolgt genau wie bei dem Pugh'schen Nagel. Er legt einen hinteren, etwa 10 cm langen, gebogenen Hautschnitt an. Dieser beginnt 2,5 cm unterhalb des Trochanter major und verläuft entlang des Hinterrandes des Musculus vastus lateralis. Man inzidiert den Musculus tensor fasciae latae und stellt die linea aspera dar. Den Musculus vastus lateralis hält man nach anterior. Anschließend werden 3 Führungsdrähte in einer Linie, die ca. 5 cm unterhalb des Trochanter major beginnt, eingebohrt. Um einen Winkel von 155 Grad zu erreichen, wird die umgekehrte Platte als Zielinstrument benutzt. Bohrt man den Führungsdraht unter Bildwandlerkontrolle voran, kann man sich auf einen Nagel beschränken.
Mit einem Lochbohrer von ca. 1,25 cm Durchmesser, wird die laterale Corticalis über dem korrekt sitzenden Führungsdraht aufgebohrt. Anschließend werden Nagel und Nagelhülle mit einem Spezialhalter gefaßt und unter dem

Führungsdraht eingeschlagen. Jetzt erfolgt erneut eine Röntgenkontrolle, sofern die Vorschiebung des Nagels nicht unter Bildwandlerkontrolle in zwei Ebenen erfolgte.

Am Ende der Operation wird die Platte distal unter den Musculus vastus lateralis geschoben und in der Nagelhülle fixiert, zudem mit zwei Schrauben am Femurschaft fixiert. Anschließend wird der Zug nachgelassen,und die Fraktur wird mit dem Nachschlageisen gestaucht. Der Nagel dringt nicht weiter ein, da er zurückgleiten kann.

Die postoperative Behandlung erfolgt genau wie bei dem Pugh'schen Teleskopnagel.

Kompressions-Osteosynthese der Schenkelhalsfrakturen nach Charnley

Charnley, Blockey und Purser fanden in experimentellen Untersuchungen, daß die knöcherne Heilung der Schenkelhalsfrakturen durch den Smith-Petersen-Nagel nicht eingeleitet wird. Sie kreierten eine federnde Kompression von 25 Pfund und behaupten, daß durch diesen Druck die knöcherne Heilung gefördert wird und die ischämische Kopfnekrose verhütet wird. Die Schraube wird am Femurschaft fixiert. Die Schraubenplatte von Charnley besteht aus zwei Teilen, der Schraube und einer mit einer Hülse zur Aufnahme der Schraube versehenen Platte.
Die Freilegung des Trochantermassivs erfolgt in üblicher Weise. Als ersten Schritt gibt Charnley an, daß ein Bohrloch von 6 mm Durchmesser, 1,2 cm unterhalb dem Ansatz des Musculus vastus lateralis, angelegt wird. Mit Hilfe eines einfachen Zielinstrumentes wird ein Kirschner-Draht, in einem Winkel von 120 Grad, zum Femurschaft eingeführt. Die Lage dieses Drahtes wird mit Bildwandlerkontrolle begutachtet. Bei korrektem Sitz wird über diesen Führungsdraht mit einem Spezialinstrument der Knochen zur Aufnahme des Hülsen-Plattenanteils aufgebohrt und dieser schließlich eingesetzt. Nun wird der Führungsdraht entfernt, mit einem Vorbohrer der Platz für die Schraube geschaffen und diese schließlich in das Kopffragment vorangetrieben.
Die postoperative Behandlung verläuft nach den üblichen Gesichtspunkten einer Schenkelhalsfraktur-Nachbehandlung.

Trochanter-Abmeißelung bei medialer Schenkelhalsfraktur mit Bohrdrahtbündelung

Serfling wandte in der Berliner Klinik bereits seit Mitte der 60er Jahre die Trochanter-Abmeißelung sowie die Bündelnagelung an. Seine Nachuntersuchungen waren sehr erfolgversprechend und zeigten, anhand von Tomografien, daß die Konsolidierung der Fraktur im Durchschnitt drei Monate bei der Trochanter-Abmeißelung betrug. In der Kontrollgruppe ohne Trochanter-Abmeißelung waren nur ein Drittel der Frakturen nach einem Jahr konsolidiert. Die Ausschaltung der pelvio-trochantären Muskulatur und der Adduktoren wurde von Ewerwahn in mehreren Arbeiten beschrieben. Er wandte die Untersuchungen von Rydells an und hat die Kraftwirkung auf den Schenkelkopf mit Hilfe von im Hüftkopfprothesen eingebauten Dehnungsmeßstreifen gemessen. Die Kraftgröße wird von Rydells als Quotient gemessene Kraft zu Körpergewicht angegeben. Seinen Arbeiten nach entwickelt ein Nagel einen so starken Druck, daß die Kopfspongiosa diesen Druck nicht widerstehen kann. Deshalb müsse die Nagelung zwangsläufig instabil sein. Er glaubt, daß deshalb schon in der frühen postoperativen Phase, auch bei den liegenden Kranken, Spongiosa-Degenerationen durch Einwirkung schädlicher Scherkräfte und durch Kippmoment infolge des Muskelzuges am distalen Femurfragment zu erwarten seien. Er versuchte auch die Behandlung der Schenkelhalsfraktur mit Nagelung und Hängehüfte nach Voss.
Auch Beyer und pauwel erprobten die Schenkelhalsnagelung in Kombination mit Trochanter-Abmeißelung. In der Chirurgischen Universitätsklinik, Berlin, werden durch Angaben derAutoren Serfling und Brückner zehn bis zwölf Kirschner-Drähte parallel zueinander in den Schenkelhals eingebohrt.
Heute wird der Femur dicht unterhalb des Trochanter major freigelegt,die Bohrdrähte werden unter Bildwandlerkontrolle parallel eingeschossen und hart am Knochen abgekniffen. Die Einstauchung wird bereits dann vorgenommen, wenn der erste Draht in beiden Ebenen gut liegt. Zunächst wurde der Trochanter ausgiebig abgemeißelt, Jetzt wird nur noch die Spitze des Trochanter major an der Basis abgemeißelt. Auch dadurch ist es möglich, die Zugwirkung der pelvio-trochantären Muskulatur mit Sicherheit zu beseitigen.

Postoperativ wird das verletzte Bein 10 bis 14 Tage auf einer Pauwel'schen Schiene gelagert.Die Röntgenkontrollen erfolgen nach zwei und vier Wochen. Nach sechs Wochen Post-Operationem werden Tomografien routinemäßig durchgeführt; eine Belastung der Fraktur erfolgt erst nach vollständiger Konsolidierung der Fraktur.

Die Versorgung der Schenkelhalsfraktur mit der AO-Winkelplatte

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteo-Synthese empfiehlt, den Patienten auf einem gewöhnlichen Operationstisch, ohne Extension, zu lagern. Als Zugang zum Hüftgelenk wird der antero laterale Zugang modifiziert, nach Watson-Jones gewählt. Die fasciae wird in gleicher Richtung gespalten, das Spatium zwischen dem Musculus glutaeus medius und minimus sowie dem Musculus tensor fasciae latae eröffnet. Im oberen Wundwinkel trifft man bei der Präparation auf den Nerv des Musculus tensor fasciae latae. Dieser muß unter allen Umständen geschont werden. Dann wird der Musculus vastus lateralis an der Insertionsstelle, am unteren Rand des Trochanter major, durchtrennt. Der Schnitt erfolgt L-förmig, die Insertion wird scharf und quer, bis auf den Knochen, durchtrennt und dann der Muskel außerdem noch am hinteren Außenrand des Femurschaftes gelöst. Mit einem Raspatorium wird der Muskel distal und medialwärts abgeschoben. Dadurch wird der Schenkelhals und die Gelenkfläche vorne frei.
Anschließend wird die Gelenkkapsel in Richtung des Schenkelhalses durchtrennt und das Frakturgebiet mit 3 Knochenhebeln dargestellt. Der erste Hohmannhaken, mit langer Spitze, wird über dem ventralen Pfannenrand eingesetzt. Die kurze Spitze des zweiten Hebels wird cranial am Schenkelhals etwa in der Mitte in den Knochen eingestossen, dadurch wird die Zirkulation des Schenkelkopfes nicht gefährdet und der dritte Haken wird von der unteren Schenkelhalsseite unter dem Schenkelhals eingeführt.
Der erste Haken wird möglichst flach über dem Schenkelkopf medialwärts eingeführt. Man tastet mit ihm den vorderen, ventralen Pfannenrand ab und durchsticht mit ihm die Kapsel und verankert die Spitze hinter dem Pfannenrand im Knochen. Wird dieser Haken langsam senkrecht gestellt, so drängt man die Muskulatur medialwärts, und dadurch kommt der Kopf in seiner ganzen Ausdehnung zur freien Sicht. Ein vierter Haken kann die Trochantermasse von hinten unterstützen.
Als nächster Schritt werden die Fragmente gelockert. Das Bein wird zunächst langsam und vorsichtig nach außen rotiert und adduziert. Anschließend wird es gebeugt. Nach Lösung der Fragmente erfolgt die Reposition. Diese wird durch eine Längsextension mit Innenrotation und Abduktion um 15 bis 20 Grad erzielt.

Die Zielsetzung der Reposition ist nicht die idealeReposition. Dies wäre falsch, da dann mit Instabilität zu rechnen sei. Es wirken, auf Grund des Bruchverlaufs, dann vorwiegend Scherkräfte und im dorsalen Bereich bleibt ein Substanzverlust bestehen und die Kontaktfläche ist klein. In dieser Situation kann die Plattenklinge die ungünstige Krafteinwirkung nicht neutralisieren. Es kann dann sehr leicht entweder zum Abrutschen der Klinge oder unter Umständen sogar zu Materialbrüchen kommen. Deshalb sollte von vorne der in Varusstellung stehende Kopf in eine leichte Valgusstellung; d. h. etwas überkorrigiert werden. Der untere Rand des Schenkelhalses trifft die Bruchflächen am Femurkopf etwas außerhalb. Der abgebrochene Kopf wird an der oberen, cranialen Kante der Schenkelhalsbruchfläche wie ein Hut am Hutständer (Weber) aufgehängt. Axial sollte man auf eine leichte Überkorrektur der Antetorsion um 12 bis 15 Grand, durch verstärktes Einwärtsdrehen, achten.

Nachdem der Kopf in optimale Position gebracht wurde, wird er mit zwei starken Kirschner-Drähten fixiert. Nach Fixierung des Kopfes mit den Kirschner-Drähten wird das Repositions-Ergebnis sowohl unter Sicht, als auch mit dem Finger geprüft. Der Oberschenkel wird in 90 Grad gebeugt, und mit dem Finger wird am unteren Schenkelhalsrand entlang gegangen, so daß die etwas außerhalb der Kopfbruchfläche stehende Corticalisspitze des Schenkelhalses gut abgetastet werden kann. Daraufhin wird ein Kirschnerdraht zur Befestigung der Antetorsionsachse angebracht. Er wird am unteren Rand des Schenkelhalses angelegt und seine Spitze leicht in den Kopf eingetrieben und über dem distalen Ende des Trochanter major befestigt. Er soll in einem Winkel von 12 - 15 Grad zur Tischplatte ventralwärts laufen.

Darufhin wird die 130 Grad-Schenkelhals-Achse bestimmt. Die 50 Grad-Richtungsplatte wird mit ihrer oberen 50 Grad-Spitze am Antetorsions-Führungsdraht liegend, an der Außenseite des Femurschaftes angelegt und dann ein Kirschner-Draht parallel zu einer Hypotenuse im caudalen Abschnitt des Schenkelhalses durch das Trochantermassiv in den Kopf gebohrt. Der Draht verläuft von oben gesehen genau in Richtung der Schenkelhalsachse und axial parallel zu dem Antetorsionsdraht.

Als nächsten Schritt bohrt man die äußere Femurcorticalis auf, um das Plattensitzinstrument mühelos im richtigen Winkel ansetzen zu können. Es wird genau 2,5 cm unterhalb des Tuberculum innominatum mit dem 4,5 mm-Bohrer drei unmittelbar nebeneinander liegende Löcher

angelegt und mit der Zapfenfräse vereinigt.
Anschließend wird das Loch mit einem schmalen Meißel in schräger Richtung vergrößert. Daraufhin wird die erforderliche Länge für die Klinge bestimmt. Und zwar geschieht das durch Messen der Distanz zwischen dem Frakturspalt und dem äußeren Rand des Bohrloches. Zu dieser Distanz werden 2,5 bis 3,5 cm vor dem Kopfteil hinzugerechnet.
Anschließend wird das Plattensitzinstrument mit dem bereits befestigten Zielgerät eingesetzt, die Längsachse der freien Platte des Zielgerätes muß exakt in Längsachse des Femurschaftes liegen. Als nächster Schritt erfolgt das Einschlagen der Klinge des Plattensitzinstrumentes genau parallel zum oberen Kirschner-Draht bis in den Kopf. Die Platte verläuft an der Grenze vom caudalen zum mittleren Drittel der Schenkelhalsachse. Die Spitze liegt im Kopffragment ebenfalls unterhalb der Sagitalachse. Es sollen zwei Drittel des vertikalen Kopfdurchmessers, oberhalb der Plattenspitze, liegen. Liegt die Spitze im cranialen Abschnitt des Kopfes, so können die wichtigen von lateral cranial her eintretenden Kopfgefäße verletzt werden und als Folge resultiert die Kopfnekrose.
Danach wird das Plattensitzinstrument entfernt und die 130 Grad-Winkelplatte eingeschlagen.
Als letzter Schritt erfolgt normalerweise das Zusammenstauchen der Fragmente mit einem am Tuberculum innominatum aufgelegten Schlitzhammer. Die Klinge soll etwa 20 bis 25 mm in den Kopf hineinreichen. Ist der Kopf relativ groß, so kann als weitere Sicherung eine Spongiosa-Schraube mit Unterlagscheibe eingebracht werden. Diese dient nur als zusätzliche Sicherung gegen Rotation. Jetzt werden Röntgenaufnahmen a. p. und axial angefertigt. Daraufhin wird die Winkelplatte mit Corticalisschrauben am Femur befestigt. Die gegenüberliegende Corticalis muß gerade eben perforiert werden. Daraufhin werden die Fragmente nochmals eingestaucht und anschließend die Wunde verschlossen.

Postoperativ wird das Bein hochgelagert. Es erfolgt eine leichte Innenrotation und Abduktion. Das Knie wird etwas gebeugt. Nach ca. 24 Stunden darf der Patient den Fuß bewegen. Am vierten bis fünften Tage Postoperationem darf der Patient an Krücken aufstehen. Das verletzte Bein darf unter keinen Umständen belastet werden.

Pat. B. geb. 6. 12. 1913 Unfall am 23. 4. 1979

Der Patient stürzte nach Wirtshausbesuch im alkoholisierten Zustand. Er gab an, zunächst keine größeren Beschwerden gehabt zu haben. Erst am darauffolgenden Tag verschlimmerten sich die Beschwerden und der Patient kam zur stationären Aufnahme.
Die Beckenübersichtsaufnahme zeigte eine laterale Schenkelhalsfraktur, rechts, ohne stärkere Verstellung (siehe Abb. 1).
Es wurde zunächst eine Extension durch die Tuberositas tibiae angelegt und der Patient dann nach Vorbereitung auf dem Extensionstisch mit einer 6-Loch 130 Grad Winkelplatte versorgt (siehe Abb. 2). Die Wundheilung verlief ungestört, der Patient lernte mit 2 Gehstöcken ohne Belastung bald nach der Operation gehen.

Pat. K. geb. 7. 9. 1936 Unfall 30. 5. 1979

Der Patient stürzte nach reichlichem Alkoholgenuß die Treppe hinunter. Er wurde zu Bett gebracht. Am nächsten Tag konnte er nicht aufstehen. Er konnte das rechte Bein nicht belasten und zeigte eine aktive und passive Bewegungseinschränkung.
Die Röntgenaufnahme des rechten Hüftgelenkes zeigte eine typische pertrochantäre Schenkelhalsfraktur (siehe Abb. 3 und 4).
Der Patient wurde nach Vorbereitung auf dem Extensionstisch mit einer 9-Loch 130 Grad Winkelplatte (siehe Abb. 5 und 6) versorgt. Die Wundheilung verlief ungestört, der Patient konnte bald nach der Operation ohne Belastung mit 2 Krücken gehen.

Pat. M. geb. 7. 12. 1925 Unfall 14. 6. 1977

Der Patient zog sich einen Arbeitsunfall zu. Er stürzte mit dem linken Oberschenkel und der linken Hüfte gegen eine Eisenschiene. Er konnte nach dem Sturz nicht mehr gehen.
Lokal bemerkte man eine Anschwellung und Druckschmerzhaftigkeit des prox. Oberschenkels. Das linke Bein stand in Außenrotation und war um etwa 1 cm verkürzt.

Die Röntgenaufnahmen zeigten eine pertrochantäre Oberschenkeltrümmerfraktur links, mit Auslaufen der Frakturlinien in den Oberschenkelschaft (siehe Abb. 7).
Zunächst wurde eine Drahtextension angelegt. Dann wurde die Fraktur mit einer 12-Loch 130 Grad Winkelplatte mit Spongiosa und Refobacin-palakos versorgt. Die Wundheilung verlief ungestört. 5 Monate nach dem Trauma war die Fraktur knöchern konsolidiert.
Eineinhalb Jahre nach dem Unfall wurde die Winkelplatte entfernt, der Patient war beschwerdefrei (siehe Abb. 8).

Abb. 1

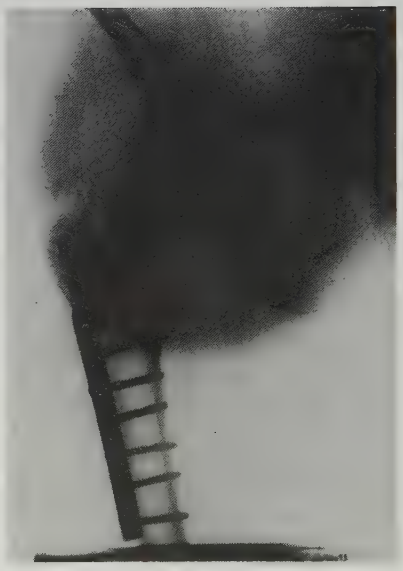

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 6

Abb. 7

Abb. 8

Die Kompressionsverschraubung mit AO-Spongiosaschrauben

Durch die guten Erfolge der allgemeinen Knochenbruchbehandlung durch die Methoden der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese fühlten sich einige Autoren veranlaßt, auch die Schenkelhalsfrakturen mit dem AO-Gerät zu versorgen. Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese empfiehlt, zur Versorgung der kindlichen lateralen Schenkelhalsfraktur, die Anwendung von zwei Spongiosaschrauben. Zur Behandlung der Erwachsenen-Fraktur empfehlen die Autoren die Anwendung von drei AO-Spongiosaschrauben. Diese werden unterhalb des Trochantermassivs eingebracht,und die Schraubenköpfe bilden im seitlichen Bild ein Dreieck. Im anterior posterioren Bild sollen die Schrauben in etwa parallel liegen. Sie bilden einen Winkel von 35 Grad zur Oberschenkelachse,und im Axialbild sollen sich die obere und untere Schraube vor dem Bruch kreuzen, damit eine dübelähnliche, spreizende Wirkung erzielt werden kann. Durch diese spreizende Wirkung kann die Rotationsstabilität erhöht werden und die Zug- und Scherkräfte herabgesetzt oder bei optimaler Anbringung auch neutralisiert werden.
Die distalste Schraube soll, um sekundäre Dislokationen zu verhindern, steil auf dem Adam'schen Bogen liegen.
Als operatives Vorgehen wird eine Operation ca. zwei bis vier Tage nach dem Unfall empfohlen. Sofort nach Einlieferung in das Krankenhaus wird eine Extension durch die Tuberositas tibiae angelegt und ein Zug von 10 % des Körpergewichtes angebracht. Die Reposition erfolgt zumeist geschlossen unter Bildwandlerkontrolle. Die Hautinzision wird 5 bis 10 cm lang, unterhalb des Trochantermassivs, angelegt. Der Femurschaft wird freigelegt,und dann werden 3 AO-Bohrer, mit einem Durchmesser von 3,2 mm, nacheinander in der oben angegebenen Art eingebracht. Die Bohrer werden stecken gelassen. Dies erleichtert die Kontrolle ihrer gegenseitigen Lage. Anschließend beginnt man mit dem Auswechseln des ersten Bohrers gegen den Gewindeschneider und dann gegen die Spongiosaschraube. Die Spitze der Schraube muß bis unter die Kopfcorticalis vorgetrieben werden. Sie kann anschließend sehr fest angezogen werden. Sollte die Corticalis des Femur nachgeben, muß die Schraube entfernt werden und eine Unterlegscheibe angebracht werden. Daraufhin werden die beiden anderen Schrauben in gleicher Weise unter Bildwandlerkontrolle eingeführt. Die Wunde wird schichtweise verschlossen. Es wird ein subfasciales Redon-Drains eingelegt.

Auf dem Extensionstisch werden noch die Abschlußaufnahmen in zwei Ebenen angefertigt. Die Nachbehandlung der Patienten erfolgt in üblicher Weise. Eine Belastung kann frühestens in 8 - 12 Wochen nach vorausgehender Röntgenkontrolle erfolgen.

Ein ähnliches Verfahren entwickelte Forgon. Er benutzt nur noch zusätzlich ein kurzes Ansatzstück, das knapp unterhalb des Trochanter major am Femur angebracht wurd. Forgons Operationstechnik verläuft wie folgt:

Die Trochantergegend des exakt reponierten Bruches wird am Extensionstisch freigelegt. Ein Kirschner-Draht wird in der Richtung der Schenkelhalsachse unter Bildwandlerkontrolle eingebohrt. Da die Länge des Drahtes bekannt ist, kann sofort die erforderliche Länge der Schrauben bestimmt werden. Mit einer Kreissäge, die auf den Kirschner-Draht als Zentrum geführt wird, wird ein Kreissektor, mit einem Durchmesser von 20 mm aus der Corticalis gesägt. Hier wird der zentrale Block des Nagels eingepaßt. Der kurze Ansatz zum Block ist fabrikmäßig auf 130 Grad eingestellt. Er läßt sich aber während der Operation mit dem Schrenkeisen, je nach Bedarf, verstellen. Durch das proximale Loch des Blockes wird mit einem 6,5 mm Handbohrer, unter Kontrolle des Bildwandlers, bis zur Bohrspalte vorgebohrt. Danach wird mit einem 3,2 mm-Handbohrer bis zur Spongiosa des Kopfes vorgebohrt. Mit dem AO-Spongiosa-Gewindeschneideisen wird das Gewinde geschnitten,und anschließend erfolgt das Einschrauben der ersten Zugschraube. Diese wird noch nicht angezogen. Der Sitz der Schraube wird a. p. und seitlich kontrolliert. Bei korrektem Sitz wird das Ansatzstück an der Femurdiaphyse befestigt.
Als letzter Schritt werden die anderen Zugschrauben nach Vorbohren und Gewindeschneiden ebenso eingeschraubt. Nachdem diese Schrauben exakt sitzen, wird die Extension gelockert und die drei Zugschrauben nacheinander angezogen.

Forgon gibt an, daß die stabilisierende Wirkung auf den Bruch so groß ist, daß die Patienten früh aufstehen können und auch bereits früh mit Belastung gehen können. Das erste Aufstehen kann bereits am Tage der Osteosynthese erfolgen, im allgemeinen jedoch spätestens Ende der ersten Woche.

Die Versorgung von Schenkelhalsfrakturen mit dem gestielten Knochen-Muskeltransplantat.

Es ist allgemein bekannt, daß die Blutversorgung des Schenkelhalses nach einer verstellten Fraktur merklich unterbrochen ist. Trueta, Harrison, Sevitt und Catto geben an, daß in 85 % der verstellten Schenkelhalsfrakturen eine totale oder subtotale Ischämie des Caput femoris auftritt. Diese Autoren zeigten, daß die Hauptblutversorgung durch die Fraktur unterbrochen wird. Die Revascularisation nach der Einrichtung und internen Fixation scheint ein langsamer Prozeß zu sein und es hat den Anschein,daß bei vielen Patienten die Bildung der neuen Blutgefäße unterbrochen wird, sobald der vordere obere Anteil des Schenkelkopfes erreicht wird. Dies hat natürlich ein Teilzusammenbruch des Kopfes zufolge. Es wurden schon die verschiedensten Methoden angepriesen, um die Blutversorgung des Schenkelkopfes wieder sicherzustellen.

Stock und Hinchey versuchten, die Blutversorgung des Schenkelkopfes in osteoarthritischen Hüften durch die Verpflanzung eines Teiles des Vastus lateralis in den Schenkelhals wieder in Gang zu bringen. Sie konnten von gewissen Erfolgen berichten.

Frankel und Derian verpflanzten autogene Muskelstieltransplantate entweder vom Glutäus medius oder vom Vastus lateralis in den Caput femoris von Hunden. Sie gaben an, daß beide Transplantate die Circulation des Schenkelkopfes wieder herstellten.

Launois und Judet beschrieben ein ähnliches Experiment bei Hunden. Sie verwandten ein autogenes, gestieltes Muskel-Knochen-Transplantat des Musculus quadratus femoris und des Knochens an seiner Ansatzstelle.

Judet und Dojen entwickelten eine ähnliche Technik bei Menschen. Auch sie verwandten den Musculus quadratus femoris und den Knochen an seiner Insertion. Die Ergebnisse waren so ermutigend, daß Meyer und Harvey 1967 an der Los Angeles County University of Southern California Medical Center eine Behandlungsreihe von 250 subcapitalen und cervicalen Frakturen begannen. Zunächst benutzten die Autoren die verschiedenartigsten Fixationsmethoden; z. B. den Smith-Petersen-Nagel, den Thompson-Z-Nagel und die drei Hagie-Nägel. Sobald die nötige Erfahrung gewonnen war, wurde nur noch die Fixation mit 4 Hagie-Nägeln und ein modifiziertes Quadratus femoris Knochen-Muskel-Transplantat angewandt. Da die Autoren zu guten Resultaten gelangten, werde ich die Methode noch etwas näher beschreiben.

Der Patient wird in Intubationsnarkose, mit dem Gesicht nach unten, auf einen Extensionstisch gelegt. Die gesunde Hüfte wird mit dem Fuß, der an der Fußplatte des Extensionstisches befestigt ist, unter leichtem Zug in 5 Grad Abduktion und so starker inneren Rotation wie möglich, befestigt. Die verletzte Hüfte wird nicht eingehüllt. Der Fuß kommt auf die andere Fußplatte und es wird etwas Zug angewandt. Zwei Röntgenaufnahmen werden für die a.p. und laterale Aufnahme angewandt. Zunächst werden Röntgenaufnahmen angefertigt, um die Reposition exakt ausführen zu können. Zu diesem Zeitpunkt kann noch eine leichte Rotation des Kopffragmentes akzeptiert werden, da die letzten Repositionsversuche nach Eröffnung der Hüftkapsel durchgeführt werden können. Nach der üblichen Vorbereitung und Abdeckung folgt der Hautschnitt 5 bis 8 cm cranial und 5 bis 8 cm hinter dem oberen Ende des großen Trochanters. Er führt in Bogenform zur Spitze des großen Trochanters und dann entlang der lateralen Seite des Femurs in einer Länge von 15 bis 20 cm. Die tiefe Fascie und die Fascia lata werden in Richtung des Hautschnittes durchtrennt, unter Darstellung der Bursa subglutäalis. Diese Bursa wird entweder zur Seite geschoben oder incidiert und entfernt, so daß die Grenzen der Ansatzstelle des Musculus quadratus femoris dargestellt werden können. Die craniale bis caudale Ausdehnung der Muskelansatzstelle reicht von einer Größenordnung von einem bis fünf Zentimeter. Es kann vorkommen, daß der sehnige Anteil des oberen Endes des Adduktor magnus cranial von der Spitze des tuberculum minor inseriert. In diesem Fall kann es notwendig sein, daß man die Sehne auf einer kleinen Strecke ablöst, um die Freisetzung des Stiellappens zu erleichtern.

Anschließend wird mit einem kleinen Osteotom ein viereckiges Transplantat an der Linea intertrochanterica des Femurs angezeigt. Das caudale Ende des Transplantates wird mit Bohrlöchern durch die hintere Cortex des Femurs dargestellt, um die Gefahr des Transplantatbruches zu minimalisieren. Das Transplantat beginnt proximal an einem Punkt, der in etwa 3 cm oberhalb der Spitze des großen Trochanters liegt und beinhaltet den posterolateralen Anteil der Linea intertrochanterica mit der Ansatzstelle des Musculus quadratus femoris und endet in Höhe des Trochanter minor.

Die Länge des Transplantates variiert, die Breite beträgt 1,5 cm und die Tiefe 1 cm.
Sobald das Transplantat dargestellt ist, wird es mit einem gebogenen 1,3 cm Osteotom unterminiert. Die Basis des Trochanter minor sollte nicht im Transplantat beinhaltet sein. Das mediale Ende des Transplantates sollte an der Basis des Schenkelhalses und außerhalb der Kapsel liegen.
Nach der Unterminierung wird das Transplantat dem anliegenden Musculus quadratus femoris mit einem langen Osteotom losgelöst und in Richtung des Muskelursprungs am lateralen Anteil der Tuberositas ischii zurückgezogen. Sobald der Muskel zurückgezogen ist, wird er stumpf vom hinteren Anteil der Kapsel losgelöst. Selbstverständlich wird immer die Blutversorgung der Oberfläche des knöchernen Transplantates als auch des anhängenden Musculus quadratus femoris beobachtet. Das Blut sollte kontinuierlich von der zellulären Oberfläche und der Muskel muß sein rotes Aussehen der normalen Muskulatur behalten. Anschließend wird eine umgekehrte T-Incision in den hinteren Anteil der Kapsel vorgenommen. Der Stiel des T beginnt am Labrum acetabulare in der Mitte des hinteren Anteils der Kapsel und endet am femoralen Ansatzpunkt der Kapsel.

Der hintere, am Femur anliegende Kapselanteil wird vollständig incidiert, um das T zu vollenden und um den Frakturverlauf gut darzustellen, werden die Kapselfasern beiseite gehalten. Jetzt kann man den hinteren Anteil der Fraktur sehen. Häufig merkt man, daß die hintere Cortex völlig zerstört ist. Dort kann man jetzt einen hinteren Anteil des Kopfes sehen. Jetzt wird der sehnige Ursprung des Vastus lateralis durchtrennt und zur Seite gehalten, um die Einführung der Hagie-Pins durch den lateralen Cortex des Femurs zu erlauben.

Jetzt wird ein modifizierter Hagie-Nagel mit einem Durchmesser von 0,4 cm und einem Gewinde von 0,45 cm eingeführt. Das Bohrloch liegt etwa 2 cm distal der Basis des großen Trochanters und 0,5 cm vor der Linea astera. Der Nagel sollte durch den posterior-inferioren intramedulären Anteil des Schenkelhalses in den Kopf zu einer Distanz von etwa 9 cm vorgetrieben werden. Im Idealfall sollte er bis in den posterior-inferioren Quadranten des Kopfstückes, unterhalb der subchondralen Fläche, reichen.

Jetzt wird die Lage des Nagels durch Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen kontrolliert und, falls es notwendig ist, seine Lage verändert. Sodann werden die restlichen 3 Nägel eingetrieben, so daß sie ein Rechteck bilden. Sollte im hinteren Anteil des Schenkelhalses ein Defekt vorhanden sein, so wird er noch vor der vollständigen Insertion der 4 Hagie-Nägel mit Spongiosa aufgefüllt.
Anschließend werden erneute Röntgenaufnahmen angefertigt. Danach wird das caudale Ende des Stieltransplantates auf eine Länge von 1,5 cm unterhalb des Muskelansatzes verkürzt. Danach wird ein Meißel, der mit einem Zapfloch versehen ist, am hinteren Anteil des Schenkelhalses angebracht und in den Schenkelkopf auf einer Distanz von mindestens ein bis zwei Zentimeter vorgetrieben. Diese Distanz hängt von der Länge des Stiel-Transplantates ab. Danach wird der Knochen, der durch den Meißel gelöst wurde, vom Schenkelkopf entfernt, um eine Vertiefung für das Transplantat zu erhalten. Jetzt wird das proximale Ende des Stiel-Transplantates, dies ist das Ende, das ursprünglich am nächsten des Trochanter major lag, in der vorbereiteten Vertiefung verankert. Zur Fixation werden ein oder zwei Schrauben durch den distalen Anteil des Stiel-Transplantates getrieben, um ihn in der Regio trochanterica des Femurs zu fixieren.
Die arterielle Versorgung des Transplantates wird durch diesen Vorgang nicht gefährdet, da der Quadratus femoris nicht zerteilt wird und auch nicht unter Spannung steht, weil die neue Position des Transplantates näher zum Ursprung des Musculus quadratus femoris liegt als die normale Ansatzstelle.
Jetzt wird die Operationswunde in üblicher Weise verschlossen, nicht ohne die Hagie-Pins noch vorher angezogen zu haben. Wenn der Zustand des Patienten es erlaubt, so kann er 24 Stunden nach der Operation auf einem Stuhl sitzen. Am dritten oder vierten Tag kann er ohne Belastung in einem Gehwagen aufstehen. Krankengymnastik wird, sobald es für den Patienten möglich ist, erlaubt.

Die Entstehung der pertrochantären Schenkelhalsfraktur

Der Sturz auf das Trochantermassiv ist die häufigste Ursache, daß der altersosteoporotische Knochen bricht. Teupler bewies, daß schon während des zum Bruch führenden Sturzes die Muskelkräfte dabei eine causale und formende Rolle spielen. So kann der Musculus psoas einen Biegungskeil nach medial ausreißen, die Musculi glutäus medius und minimus dislozieren durch Riß den Trochanter major nach cranial lateral, die Adduktoren rotieren das periphere Fragment um die Achse des Adam'schen Bogens. Aus diesen Faktoren resultieren die zwei Hauptfrakturformen: der stabile und der instabile Bruch. Die instabile Fraktur ist die häufigere Außendreh- oder Aufklappfraktur. Der stabile Bruch ist der seltenere Innendreh- oder Einstauchbruch. Der Innenrotationsbruch kann keilförmig eingestaucht werden oder durch Zerstörung des Adam'schen Bogens und dorsalwärts gerichtete Dislokation des peripheren Fragments instabil werden. Dies kann mit einer ausgedehnten Zertrümmerung der Spongiosa - dies sieht man im ap-Röntgenbild nicht - oder dem Ausbruch eines meist peripheren Corticalisfragmentes einhergehen. Die Frakturen mit ausgedehnter Zertrümmerung der rückwärtigen Spongiosa nennt man revered fractures. Die Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen können zeigen, ob es sich um einen stabil bezeichneten Aufklappbruch handelt. Der für den instabil varisierenden Bruch kennzeichnende Ausriß des Trochanter minor mit Corticalisdefekt am Adam'schen Bogen läßt sich röntgenologisch erkennen. Häufig kann man jedoch die große Trümmerzone bei den reversed fractures im dorsalen Spongiosabereich des peripheren Fragmentes nicht erkennen. Die Kenntnis dieser Frakturformen ist absolut unerläßlich, um eine adäquate Therapieauswahl treffen zu können und um entscheiden zu können, ob durch die eventuell gemachte Osteosynthese eine Übungs- oder Belastungsstabilität erreicht werden könnte. Es gibt natürlich auch andere Einteilungsmöglichkeiten für die Frakturen. So hat Cech 1969 in St. Gallen eine Einteilung der pertrochantären Fraktur nach biomechanischen Gesichtspunkten ausgearbeitet. Ihr Einteilungsprinzip ist die Rekonstruierbarkeit des medialen Tragpfeilers. Man unterscheidet zwischen stabilen und instabilen Frakturen. Eine Fraktur wird als stabil bezeichnet, wenn der Adambogen durch anatomische Reposition tragfähig gemacht werden kann. Diese Frakturen heilen in der Regel rasch und gut, bevor es zu Ermüdungserscheinungen des Fixationsmaterials kommt.

Ist es hingegen nicht möglich, den Adambogen anatomisch zu reponieren und als Stützpfeiler entlastungsfähig zu machen, so wird das gesamte Biegemoment auf das Metallimplantat übertragen,und dieses ist der Belastung meist nicht gewachsen. Hier kommt es dann früher oder später zu einem Zusammenbruch der Osteosynthese. Für diese Frakturgruppe wurde ein besonderes Operationsverfahren entwickelt, die abstützende, aufrechte Osteotomie. Eine dritte Gruppe bilden die Frakturen mit Osteoporose.

Die Einteilung der Trochanterbrüche

Die trochantären Frakturen werden von den verschiedenen Autoren unter den verschiedensten Gesichtspunkten eingeteilt. Neben den isolierten Frakturen der Trochanter major, minor, werden die Frakturen des Trochantermassivs wie folgt eingeteilt:

Böhler unterscheidet in einer Schrift von 1954

1. die Brüche durch die Basis des Schenkelhalses,
2. Brüche durch das Trochantermassiv cranial,ventral, offenen Bruchspalt und Bildung einer Coxa vara,
3. Brüche, bei denen der mediale Anteil des Schenkelhalses tief in das Trochantermassiv eingedrungen ist und sich eine Coxa vara gebildet hat und der Trochanter minor meist abgebrochen ist,
4. Brüche mit einem Bruchspalt durch das Trochantermassiv, aber nahe der Schenkelhalsbasis. Der Trochanter minor ist manchmal ausgebrochen. Am proximalen Fragment besteht eine lange Zacke, welche nicht in die Spongiosa des Trochanters eindringen kann. Der Femurschaft rutscht cranialwärts.

Die Einteilung nach Ramadier, Duparc, Rougemont und de Ferrari 1956 unterscheiden 4 Typen:

Typ 1 - Cervikotrochantär mit einer einzigen, gewöhnlich intertrochantär verlaufenden Frakturlinie und Bildung einer Coxa vara mit Außenrotation des Beines;

Typ 2 - Pertrochantär mit einfacher oder komplexer Frakturlinie zwischen beiden Trochantären;

Typ 3 - Trochantär diaphysär mit Fraktur durch den Trochanter major und über dem oberen Teil des Femurschaftes eine Spirale bildend, oft kombiniert mit einem dritten Fragment, das manchmal stark dislociiert ist.

Typ 4 - Subtrochantär.

Eine weitere, sehr nützliche Unterteilung stammt von Mervyn Ivens. Er unterteilt die Frakturen in zwei Typen:

Typ 1 - Die Frakturlinie läuft vom Trochanter minor aus nach oben und außen.

a) Das Calcar femoris ist nicht verletzt. Es besteht keine Dislokation. Diese Frakturen heilen in idealer Stellung.

b) Es besteht eine Verschiebung der Corticalis beider Fragmente gegeneinander der Innenseite, aber die Reposition ist möglich und die Fraktur bleibt stabil.

c) Es besteht eine nichtreponierte Dislokation. Im Bereich des Calcar femoris bildet sich eine Coxa vara.

d) Es liegt eine Zertrümmerung des Calcar femoris vor und es bildet sich eine Coxa vara.

Typ 2 - Die Fraktur verläuft schräg nach unten außen. Der Femurschaft weist eine deutliche Neigung und mediale Verschiebung auf, aber das funktionelle Resultat wird dadurch nicht beeinflußt.

a) Es besteht keine Dislokation.

b) Es besteht eine Dislokation.

Des weiteren geben noch Boyd und Griffin eine Fraktureinteilung an. und zwar unterscheiden sie in 4 Typen von Frakturen im Trochanterbereich, je nach der Schwierigkeit der Retention:

Typ 1 - Die Frakturlinie liegt in der intertrochantären Linie vom großen zum kleinen Trochanter. Die Reposition und Retention ist gewöhnlich einfach.

Typ 2 - Es handelt sich um Zertrümmerungsfrakturen mit mehreren Frakturlinien. Die Hauptfrakturlinie entspricht der intertrochantären Linie. Die Reposition ist schwieriger.

Typ 3 - Es handelt sich um subtrochantäre Frakturen, die eine Frakturlinie über dem oberen Schaftende, knapp unter oder in der Gegend des Trochanter minor, zeigen. Hier können verschiedene Grade der Zertrümmerung auftreten. Es kann sich auch um Kombinationen mit Typ 1 oder Typ 2 handeln. Die Reposition ist schwieriger als bei 1 oder 2.

Typ 4 - Es handelt sich um Zertrümmerungsfrakturen durch die Trochantergegend, die für gewöhnlich in den Femurschaft hineinreichen. Die Frakturlinie liegt in zwei Ebenen.

Des weiteren gibt es noch Fraktureinteilungen von Bickel und Jackson, nach Briggs und Keat, nach Murray und Frew. Diese unterscheiden fünf Typen von Frakturen und geben gleichzeitig auch Prozentwerte an. Und zwar handelt es sich bei diesem

Typ 1 um basale Schenkelhalsfrakturen, die ein Anteil von ca. 12 % an der Gesamtzahl der pertrochantären Frakturen haben;

Typ 2 um intertrochantäre Frakturen, die 25 % beanspruchen;

Typ 3 um intertrochantäre Zertrümmerungsfrakturen, die 43 % beanspruchen;

Typ 4 um subtrochantäre Schildfrakturen, die 18 % und

Typ 5 um subtrochantäre Querfrakturen, die 2 % beanspruchen.

Des weiteren gibt es noch andere Einteilungen der Frakturen. Z. B. von Watson-Jones, der die Schenkelhalsfrakturen nach dem Lebensalter der Betroffenen unterteilt. Diese Einteilung hat sich in keinster Weise durchsetzen können und fand nur beim Autor Anwendung.
Des weiteren unterteilt Banks die medial Schenkelhalsfrakturen nach Verlauf der Frakturlinie, in 6 verschiedene Typen. Und zwar gibt er an:

1. Rein subkapitale Frakturen mit einem Anteil von 19 %,
2. subkapitale Frakturen mit einem vorderen Keil mit 27 %,
3. subkapitale Frakturen mit caudalem Keil mit 49 %,
4. subkapitale Frakturen mit cranialem Keil 1 %,
5. transcervikale Frakturen mit 3 %,
6. nicht bestimmbare Frakturen 1 %.

Des weiteren kann man noch eine Fraktureinteilung von Garden erwähnen. Er weist auf die Bedeutung des Röntgenbildes bzw. die verschiedenen Grade der Fragmentverschiebung vor der Reposition hin. Er unterteilt die Frakturen in 4 Typen.

Typ 1 - Unvollständige, subkapitale Fraktur. Die Fraktur der caudalen Corticalis ist grünholzartig. Eine geringfügige Seitenrotation des distalen, gegenüber dem proximalen Fragment, führt zum röntgenologischen Eindruck der Verkeilung. Ohne Schutz kann diese Fraktur jederzeit vollständig werden.

Typ 2 - Vollständige, subkapitale Fraktur ohne Verschiebung. Die caudale Corticalis ist hier auch durchbrochen, aber das Kopffragment ist nicht verschoben. Auch bei diesem Typ kann es infolge Einwirkung der lateralen Rotationskräfte zu einer Dislokation kommen.

Typ 3 - Es handelt sich um vollständige, subkapitale Frakturen mit partieller Verschiebung. Die beiden Fragmente sind hinten durch das Weitbrecht'sche Retinaculum verbunden. Die hintere Corticalis ist nicht zertrümmert. Infolge lateraler Rotation des distalen Fragmentes kommt das Kopffragment in Abduktion. In medialer Rotationsstellung wird der lateralen Rotation nicht entgegengewirkt, so entsteht der 4. Typ.

Typ 4 - Hier handelt es sich um eine vollständige, subkapitale Fraktur mit kompletter Dislokation. Das Weitbrecht'sche Band ist von der Hinterfläche des Halses abgelöst. Die hintere Corticalis ist gestaucht. Es kommt zur Trennung der Fragmente und der Kopf stellt sich wieder in normale Beziehung zur Pfanne.

Zu der Behandlung der pertrochanteren Fraktur

In den letzten Jahren hat die Behandlung der pertrochanteren Oberschenkelfraktur eine Wandlung zur aktiven, operativen Seite erfahren. Die früher vorwiegend geübte konservative Behandlung beruht auf der Erfahrungstatsache, daß pertrochantere Frakturen, infolge der auch in hohem Alter gewährleisteten Blutversorgung des Trochantermassivs, immer fest werden. Man wollte den meist alten Patienten möglichst jede größere Belastung durch Narkoseoperation ersparen, so daß man sich mit Lagerungsbehandlung in Extension begnügte. Die Fraktur wurde in Barbiturat-Kurznarkose reponiert und das Bein in 10 bis 12 Wochen Extension an einem Abduktionsbock gelagert. Dabei wurde bereits die früher noch häufig angewandte Pflasterextension mehr und mehr zu Gunsten der Drahtextension verlassen. Nach 10 bis 12 Wochen wurde die Extension entfernt,und das Bein blieb noch für 2 bis 3 Wochen auf der Schiene, bevor mit der Übungsbehandlung begonnen wurde. Infolge dieser lang dauernden Immobilisation kamen unvermeidliche Schäden, sowohl an der betroffenen Extremität als auch ganz allgemeiner Art, mit einer sehr hohen Letalität. Von den tödlichen Komplikationen standen Bronchopneumonien, gefolgt von Herz-Kreislauf-Versagen, Marasmus, Tromboembolien sowie cerebralen Insuffizienzen und Apoplexien weit im Vordergrund. Dazu kamen natürlich noch die häufigen Dekubitalulcera und auch nicht selten Bohrdrahtinfektionen. Erschwerend kamen auch noch Immobilisationsschäden der Extremitäten und auch die langen Krankenhaus-Verweildauer hinzu. Unter dem Eindruck dieser hohen Letalität und der zunehmenden Verbesserung der Operationsmethoden, den Fortschritten der Anästhesiologie und auch der Verbesserung der Osteosynthesetechnik ging man ab 1960 in zunehmendem Maße dazu über, die pertrochanteren Frakturen des Oberschenkels der operativen Behandlung zuzuführen. Die Vorteile der operativen Behandlung liegen in der Möglichkeit der frühzeitigen Mobilisation der hochbetagten Patienten, mit aktiven Bewegungsübungen und baldigen Steh- und Gehversuchen, wodurch die Pflege der Patienten ungemein erleichtert wird und die oben angegebenen Komplikationen sich auf ein Minimum reduzieren. Die Kurve der Altersverteilung der Patienten, mit einem Durchschnittsalter von etwa 75 Jahren, weist einmal mehr auf die bekannte Tatsache hin, daß es sich bei diesen Frakturen um Unfallfolgen des Greisenalters handelt.

Dementsprechend steht bei den Unfallursachen der Sturz in der Wohnung an der Spitze.

Bezüglich der Geschlechtsverteilung ergibt sich ein sehr starkes Überwiegen des weiblichen Geschlechts, nicht nur bei uns, sondern auch bei allen Autoren. Wehner gibt als Ursache dafür 3 Faktoren an:

1. Eine hormonell bedingte, frühzeitiger als beim Mann einsetzende Osteoporose;
2. ungünstigere, statische Verhältnisse und
3. häufige Spontanfrakturen bei Metastasen und Osteoradionekrosen infolge bestrahlter, gynäkologischer Tumore.

Ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der konservativen und operativen Behandlung der pertrochanteren Frakturen fällt eindeutig zugunsten der Operation aus.

Die Patienten führen bereits vom ersten Tage nach der Operation an isometrische Muskelanspannungsübungen aus und beginnen mit aktiven Bewegungsübungen nach Abschluß der Wundheilung, normalerweise nach 6 bis 8 Tagen. Abhängig vom Allgemeinzustand, dem Körpergewicht und der Nagellage können die Patienten im Durchschnitt nach 4 bis 6 Wochen belasten. Der Krankenhausaufenthalt ist dadurch natürlich wesentlich kürzer als bei der konservativen Behandlung. Auch im Bezug auf die Letalität schneidet die operative Behandlung - entgegen den früheren Befürchtungen - besser ab. Dies kann sich auf eine gering gehaltene Narkose und Operationsbelastung und natürlich auch auf die frühzeitige Mobilisation der alten Patienten zurückführen lassen. Durch die frühzeitige Mobilisation wird die Zahl der hypostatischen Bronchopneumonien, der Dekubitalulcera, der Tromboembolien und der anderen Komplikationen mit tödlichem Ausgang vermindert.

Die operative Behandlung der pertrochanteren Frakturen

Die Behandlung mit der AO-Winkelplatte, um den medialen Stützpfeiler des Femurhalses, den Adam'schen Bogen und den abgrenzenden Abschnitt der medialen Femur Corticalis zu entlasten, erfolgt eine Stabilisierung der pertrochanteren Fraktur in einer leichten Valgus-Überkorrigierung. Diese Überkorrektur beträgt je nach Stärke bzw. Schwäche des Pfeilers 5 bis 30 Grad. Ist der laterale Brückenpfeiler nur schwach ausgebildet oder der Femur in toto schmal, so wird die 95 Grad-Kondylen-Platte unter der Voraussetzung, daß der mediale Brückenpfeiler kräftig ist, angewandt. Sollte jedoch die mediale Abstützung ungenügend sein, muß die 130 Grad-Winkelplatte implantiert werden, um Materialbrüche durch zu starke Biegungsbeanspruchung zu vermeiden. Bei hochgradig osteoporotischen Knochen und bei Patienten mit sehr kurzer Lebenserwartung kann zur Stabilisierung der Fraktur eine Kittmasse aus Methylmetacrylat angewandt werden.

Nun will ich das operative Vorgehen bei der Versorgung der pertrochanteren Schenkelhalsfraktur mit der AO-Winkel-Platte erläutern:

Die Länge der Platte wird am gesunden Femur bestimmt und zwar wird die Länge des Femurhalses anhand der Beckenübersichtsaufnahme in Streck- und leichter Innenrotation am gesunden Bein gemessen. Die Operation wird, wenn möglich, in Allgemein-Narkose durchgeführt.
Der Zugang zum Hüftgelenk erfolgt dorsal des Musculus vastus lateralis. Der Hautschnitt führt von der Spitze des Trochanter major an der Außenseite des Femurs distalwärts. Anschließend wird die Fascie des Musculus tensor fasciae latae am ventralen Hautrand entlang gespalten. Die Insertion des Musculus vastus fibularis wird durch einen queren Einschnitt am Tubersculum innominatum abgelöst,und er wird außerdem noch an seinem dorsalen Rand längs abgespalten und anschließend nach medial vorne abgeschoben.
Anschließend werden zwei Hohmannhaken eingesetzt. Der eine Haken, mit schmaler Spitze, von oben her unmittelbar nach innen von der Trochanter-major-Spitze, ein zweiter, breiterer Haken, von unten her unter den Schenkelhals eingeführt. Die laterale Seite des Femurschaftes soll auf gut Handbreit, unterhalb des tuberculum innominatum, dargestellt werden.

Nun werden die Fragmente durch Extension, Innenrotation und Abduktion reponiert. Nach gelungener Reposition werden die Fragmente mit Kirschner-Drähten oder durch eine Verbrugge-Zange fixiert.
Als nächster Schritt wird ein Kirschner-Draht zur Bestimmung der Plattenrichtung, unmittelbar oberhalb des Adam'schen Bogens parallel zur Schenkelhalsachse in den ventralen Teil des Kopfes eingeschlagen. Sein freies Ende wird an der Vorderseite des Trochantermassivs sicher befestigt. Dann wird ein 50-Grad-Dreieck in Längsachse des Femurs mit der Spitze unmittelbar unterhalb des Tuberculum innominatum angelegt und parallel zu seiner oberen Kante ein Kirschner-Draht bis in den Schenkelkopf gebohrt. Dieser Draht verläuft genau parallel zur Schenkelhalsachse.

Anschließend werden 3 Bohrlöcher, genau 2,5 cm unterhalb der Spitze des Tuberculum innominatum, angelegt und diese miteinander vereinigt. Mit einem schmalen Meißel wird die distale Kante schräg abgetragen. Jetzt wird das Plattensitzinstrument 2 bis 3 cm über dem Frakturspalt eingeschlagen. Die Länge der Platte wurde bereits anhand der Röntgenaufnahme der gesunden Seite abgemessen und das Zielgerät im entsprechenden Abstand von der Plattenspitze befestigt.
Das Plattensitzinstrument wird nun parallel zum obersten Führungsdraht und parallel zu dem Draht, der parallel zur Schenkelhalsachse auf dem Adam'schen Bogen verläuft, eingeschlagen. Die Platte soll am Übergang vom mittleren zum caudalen Drittel des Schenkelhalses zu liegen kommen. Auch im Schenkelkopf soll die Spitze der Platte im caudalen Drittel liegen, damit nicht die für die Ernährung des caput femoris wichtigen Gefäße zerstört werden.
Nach Röntgenkontrolle a. p. und seitlich, wird das Plattensitzinstrument durch die pertrochantere Winkelplatte ersetzt. Ihr freies Ende soll ca. 15 mm von der Gelenkfläche des Kopfes entfernt zu liegen kommen. Die Fraktur wird mit dem Schlitzhammer eingestaucht,und anschließend wird der distale Plattenanteil in der Gegencorticalis des Femurschaftes verschraubt.

Zur besseren Stabilisierung und zur Vermeidung von Rotation des Schenkelhalses können jetzt noch oberhalb der Platte und parallel zur Platte zwei Spongiosa-Schrauben,mit einer Gewindelänge von 3,2 cm, eingeschraubt werden.
Nun erfolgt eine erneute Röntgenkontrolle a. p. und seitlich, es werden 2 bis 3 Redondrains ins Operationsgebiet eingelegt und die Wunde schichtweise verschlossen.

Das Bein wird postoperativ auf einer geraden Schaumgummischiene gelagert und der Fuß erhält eine Fixation bei leichter Innenrotation. Bereits am Abend des Operationstages erfolgen Fußübungen. Aktive Bewegungen werden bereits vom ersten, postoperativen Tag an zunächst unter Aufsicht durchgeführt. Am vierten bis fünften postoperativen Tag darf sich der Patient an den Bettrand setzen, und bald kann er, zunächst mit 2 Krückstöcken, mobilisiert werden. Nach ca. 10 bis 12 Tagen darf der Patient mit 20 kg belasten. Diese Belastung wird wöchentlich um 20 kg gesteigert. Die Entlassung aus dem Krankenhaus erfolgt üblicherweise spätestens am Ende der 3. Woche.

Die Nagelung mit dem Rundnagel nach Lezius Herzer

Der Rundnagel kann als ein modifizierter, gebogener Marknagel mit einem V-förmigen Nagelquerschnitt angesehen werden. Dieser Nagel wird von medial in den Markraum des Femurs eingetrieben und folgt in idealer Weise dem Verlauf der trajectoriellen Zug- und Drucklinien bei seinem Vordringen in den Femurkopf. Durch seinen V-förmigen Querschnitt kann er die Rotation der Bruchstücke gegeneinander um die Längsachse des Schenkelhalses verhindern. Das operative Vorgehen verläuft wie folgt:

Der Patient wird in Intubationsnarkose auf dem Extensionstisch gelagert und eine vollkommene, ideale Reposition wird angestrebt. Der Schenkelkopf wird jetzt mit einer Kanüle markiert, und durch Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen wird der geeignete Rundnagel ausgewählt. Purschke und Remé schreiben 1957 in ihrer Arbeit, daß die Sehnenlänge dieses Rundnagels mit dem Tasterzirkel ausgemessen und mit diesem von der eingestochenen Kanüle nach distal auf die Oberschenkel-Vorderseite übertragen wird. In dieser Höhe wird jetzt ein 5 cm langer, parallel zur Oberschenkelachse verlaufender Hautschnitt angelegt. Dann dringt man stumpf zwischen dem Musculus rectus femuris und vastus medialis vor. Die dünne Schicht des Musculus vastus intermedius wird scharf durchtrennt. Die Schnittführung verläuft parallel zum Hautschnitt. Anschließend werden Hohmann-Haken eingesetzt und der Oberschenkel scharf an seiner medialen Seite dargestellt.
Nach Freilegung des idealen Femurschaftes wird die Fadenlänge des Nagels mit dem Tasterzirkel auf den Knochen übertragen und diese Stelle markiert. Etwa zwei Querfinger cranial dieser Kerbe wird der Markkanal mit einer Kugelfräse schräg von distal nach proximal eröffnet. Das Bohrloch muß wegen der Form des Rundnagels an seinem körperfernen Ende schwalbenschwanzartig gebohrt werden, damit der Nagel einen formschlüssigen Halt erhält. Durch das angelegte Bohrloch wird nun ein Führungsspieß, der in der Biegung dem Rundnagel gleicht, eingebracht und in die Oberschenkelmarkhöhle und über die Fraktur hinweg durch den Schenkelhals bis in den Schenkelkopf vorgetrieben. Zeigt die jetzt durchgeführte Röntgenkontrolle einen guten Sitz des Führungsspießes,

so wird der Rundnagel mit Hammerschlägen über den Führungsspieß hinweg, in den Schenkelkopf vorangetrieben.
Nun werden erneut Röntgenkontrollen angefertigt und sofern der Rundnagel ideal liegt, wird der Führungsspieß entfernt und der Nagel durch eine senkrecht zu seiner Achse verlaufenden Sperrschraube an seinem distalen Ende am Oberschenkelschaft fixiert.
Die scharf durchtrennte Muskulatur des vastus intermedius wird adaptiert und die Haut verschlossen.

Die Versorgung der pertrochanteren Schenkelhalsfraktur mit dem Y-Nagel nach Küntscher

Küntscher bezeichnete diesen Doppelnagel als eine mechanische Kreuzung von Schenkelhals- und Marknagel. Nach Angaben des Autoren soll er gegenüber den normalen Laschen-Nägeln den Vorteil haben, daß er auch bei stark osteoporotischen Knochen ansetzbar ist. Die Technik der pertrochanteren Nagelung mit dem Y-Nagel erfolgt in Rückenlage und Abduktion.

Zunächst wird wie üblich die Fraktur durch Zug, Innenrotation, Abduktion reponiert. Anschließend wird ein Steinmann-Nagel oder auch ein Kirschner-Draht dort eingeschlagen, wo man die Einschlagstelle für den Schenkelhalsanteil vermutet. Danach erfolgen erneut Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen zur Kontrolle der Reposition und zur Ermittlung der Einschlagstelle für den Schenkelhalsteil. Anschließend wird ein Y-Nagel auf das Röntgenbild gelegt, und die Einschlagstelle befindet sich dort, wo der Schenkelhalsnagel die Corticalis überschneidet. Diese Entfernung wird von der Einschlagstelle des Steinmann-Nagels abgemessen und auf die Haut übertragen. Der Hautschnitt muß so gelegt werden, daß die ermittelte Stelle inmitten des Hautschnittes liegt.
Die Fascie wird nun in Längsrichtung durchtrennt und der Knochen freigelegt. Die Entfernung wird auf den Knochen übertragen. Dann wird ein Bohrloch angebracht und schließlich der Führungsspieß eingeführt. Es werden Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen angefertigt, um die Lage des Führungsspiesses feststellen zu können. Liegt der Führungsspieß richtig, so wird der Nagel über ihn so weit eingeschlagen, daß sein kurzer Markteil unter der Corticalis verschwunden ist.
Daraufhin wird das Bein so stark wie möglich abduziert und eine Stichinzisierung über der Trochanterspitze angebracht. Nun wird der zum Nagel passende Spezialstößel auf den Schenkelhalsteil aufgesetzt und der Führungsspieß eingeführt. Der Nagel wird mit dem Spieß durchbohrt. Die erneut angefertigten Röntgenaufnahmen verifizieren die Lage des Spießes in der Markhöhle. Liegt er richtig, so wird das Einführungsloch aufgeweitet und anschließend der Marknagel auf dem Spieß eingeschlagen. Der Stößel muß kräftig adduziert werden, um den Nagel durch den Schenkelhalsteil treten zu lassen. Es erfolgt eine nochmalige Röntgenkontrolle und bei gutem Sitz des Marknagels wird dieser bis zum Anschlag eingeschlagen. Da sein craniales Ende verdickt ist, kann er nicht durch den Schenkelhalsnagel durchtreten. Die weitere Versorgung verläuft in üblicher Weise.

Die Kondylennagelung nach Künscher

Künscher stellte 1966 erstmals den langen Trochanter-Nagel vor. Das Prinzip der Kondylennagelung besteht in der Fixierung der pertrochanteren Fraktur durch einen entsprechend der Femurachse leichtgekrümmten Marknagel. Er wird intramedulär vom medialen Femur epicondylus über den Frakturbereich bis in den Femurkopf vorgetrieben. Damit eine Verschiebung in seiner Längsachse unterbunden wird, wird ein Quernagel durch die Auszieh-Öse in den Femur epicondylus eingeschlagen. Der Nagel ist im distalen Femurfragment durch die Dreipunktfixierung, dem Querbolzen, der lateralen Femurkompakta und dem Adam'schen Bogen sicher verankert. Im caput femuris liegt die Nagelspitze im "harten Kopfteil" (Dietrich).

Zur Operation wird kleines Instrumentarium benötigt. Absolut erforderlich sind verschieden lange Trochanternägel, mit einer Länge von 38 bis 48 cm und einem einheitlichen Durchmesser von 10 mm sowie ein Verriegelungsbolzen, ein gebogener Pfriem sowie ein scharfer, 85 cm langer und 4 mm dicker Führungsspieß, Spannfutter, steriles Zentimetermaß und ein Hammer. Die Operation verläuft wie folgt:

Der Patient wird, je nach seinem körperlichen Zustand, entweder in Intubationsnarkose, Spinalanästhesie oder auch nur in Lokalanästhesie auf dem Extensionstisch gelagert. Er liegt in Rückenlage mit gespreizten Beinen. Das verletzte Bein wird innenrotiert. Nun wird zunächst eine optimale Reposition angestrebt. Nachdem dies gelungen ist, wird genau an der Stelle, wo der Epicondylus medialis unter der Haut tastbar ist, eine kleine Stichincesion angelegt, und mit dem Pfriem wird die Corticalis schräg, in Richtung der Femurlängsachse, durchstoßen. Der Führungsspieß wird nun in das Spannfutter eingespannt, durch die vorgebohrte Öffnung in die Markhöhle eingeführt und bis zum Frakturspalt hochgeschoben. Sollte zu diesem Zeitpunkt noch eine Dislokation der Fraktur bestehen, die sich weder durch Rotation, Abduktion oder Extension ausgleichen läßt, kann diese unter Bildwandlerkontrolle durch Drehung des im Spannfutter eingespannten Führungsspießes ausgeglichen werden. Nachdem dies gelang, wird der Führungsspieß weiter in die Richtung des Oberschenkelkopfes vorangetrieben, bis sich die Spitze des Spießes etwa 1 bis 1,5 cm vom

Gelenkspalt befindet. Nun läßt sich ohne Schwierigkeiten die erforderliche Länge des Nagels feststellen. Dann wird der Nagel über den liegenden Führungsspieß mit kleinen, leichten Schlägen, eingetrieben.

Das Passieren des Frakturspaltes mit dem Nagel wird unter Bildwandlerkontrolle beobachtet. Sobald der Nagel den Frakturbereich passiert hat, wird die Extension gelockert und der Nagel in seine Endposition vorangetrieben. Jetzt wird der Führungsspieß entfernt und der Querbolzen durch die Auszieh-Öse am Nagelende eingeschlagen. Die Stichincission wird verschlossen und ein Kompressionsverband angelegt.

Der Patient kann bereits am ersten, postoperativen Tag Bewegungsübungen machen,und am zweiten Tage Postoperationem kann der Patient bereits die ersten Gehübungen im Gehwagen oder mit Stützkrücken unternehmen.

Die Versorgung der pertrochanteren Schenkelhalsfraktur mit der 95-Grad-Condylen-Platte

Die Siebenloch 95-Grad-Condylen-Platte wird im allgemeinen bei pertrochanteren Frakturen mit schmalen, lateralen Trochanter angewandt. Der Adam'sche Bogen muß erhalten sein. Der Patient darf keine oder eine minimale Osteoporose aufweisen und sein Allgemeinzustand muß gut sein.
Die Schenkelhals-Kopffragmente werden in leichte Valgus-Überkorrektur gebracht,und anschließend erfolgt die Einbringung der Platte in gleicher Weise wie bei der 130-Grad-Winkelplatte. Bei Ausbruch des Trochanter minor können, je nach Beschaffenheit des medialen Stützpfeilers, die 130-Grad-Winkelplatte oder die 95-Grad-Winkelplatte mit Zugschrauben, die in den Trochanter minor vorangetrieben werden, angewandt werden. Tritt nun eine pertrochantere Fraktur mit Abbruch des großen und kleinen Trochanters auf, und zeigt der Patient keine oder nur eine geringe Osteoporose zu einem guten Allgemeinzustand und eine Lebenserwartung von mehreren Jahren, so wird die Fraktur mit einer 130-Grad-Winkelplatte fixiert.
Es kommt zu einer Überkorrektur in Valgus-Stellung um 30 bis 50 Grad, um einen belastungsfähigen Brückenpfeiler darzustellen. Der abgebrochene Trochanter major wird mit einer Zuggurtung fixiert und der Trochanter minor, bei Fixierung der Platte, durch die oberste Schraube mitgefaßt und so fixiert.

Die postoperative Behandlung verläuft bei sämtlichen Frakturen gleich, so daß diese nicht weiter besprochen werden muß.

Die Nagelung mit dem Laschen-Nagel

Bei der Verwendung des Laschen-Nagels wird die Operation auf dem Extensionstisch durchgeführt. Zur Freilegung der Frakturstelle des Femurschaftes wird der laterale Zugang gewählt. Der Hautschnitt muß länger als die verwendete Platte sein. Der Musculus vastus lateralis wird nahe der Linie aspera nach ventral abgeschoben. Die Einschlagstelle des Nagels sollte ca. 25 mm unterhalb der cranialen Ansatzstelle des Musculus vastus lateralis an der Trochanterbasis liegen.
Der Führungsdraht wird eingebracht und anschließend werden Röntgenkontrollen in beiden Ebenen angefertigt. Dann wird der Laschen-Nagel mit parallel zum Femurschaft gehaltener Platte über den Führungsdraht eingetrieben und bei richtiger nagellänge schließlich mit dem Hammer eingeschlagen und die Platte am Femurschaft angeschraubt. Die Wunde wird schichtweise verschlossen.

Die postoperative Behandlung erfolgt in gleicher Weise wie bei der AO-Winkelplatte.

Die intramedulläre percutane Fixation der pertrochanteren Schenkelhalsfrakturen mit den elastischen Rundnägeln nach Ender

Ender entwickelte 1969, dem Künscher'schen Prinzip entsprechend,elastische , 4,5 cm dicke, runde Nägel zur intramedullären Stabilisierung. Da die Einschlagstelle proximal des medialen Oberschenkelcondylus, im Bereich der Metaphyse liegt, kommt es nicht mehr zur Verletzung des medialen Seitenbandes. Die Nägel sind elastischer und gleiten deshalb besser durch den Markkanal und erreichen auch den Caput femuris leichter. Normalerweise werden zur Fixation der pertrochanteren Schenkelhalsfrakturen 3 bis 4 Rundnägel angewandt. Durch Vorbiegen der Nägel kann eine optimale Auffächerung im Bereich des Schenkelhalses und -Kopfes erreicht werden. Die Operationstechnik verläuft wie folgt:

Der Patient wird in Intubationsnarkose, Spinalnarkose oder, wenn sich bei dem Patienten stark reduzierter Allgemeinzustand hält, auch in Lokalanästhesie, auf dem Extensionstisch gelagert und die Fraktur unter Bildwandlerkontrolle reponiert.
Eine optimale Ausrüstung besteht in zwei zueinander senkrecht stehenden Bildwandlern. Der Hautschnitt verläuft an der Innenseite des distalen Oberschenkels, auf eine Länge von 6 bis 8 cm. Nach Durchtrennung der Haut wird der vastus medialis nach vorne gelagert,und die mediale Fläche der Oberschenkelmetaphyse wird subperiostal freigelegt und anschließend der Markraum mit einem Pfriem eröffnet.
Nach Feststellung der Nagellänge wird der Erstnagel eingeführt. Sollte der Bruch noch nicht ausreichend reponiert sein, werden jetzt die Bruchstücke von einem Assistenten durch direkten Druck von außen reponiert und der ERstnagel über die Fraktur vorangetrieben. Sollte auch durch den äußeren Druck die Fraktur sich nicht reponieren lassen, kann der erste Nagel über den Frakturspalt vorangetrieben werden, und anschließend wird die Fraktur durch Drehen des Nagels reponiert.
Sobald die Fraktur optimal steht, werden je nach Weite des Markraumes, weitere 2 bis 3 Nägel in den Femurkopf vorangetrieben. Durch Vorbiegen der Nägel kann eine optimale Auffächerung im Bereich des Kopfes erfolgen. Die Fraktur ist somit absolut rotationsstabil befestigt.

Die postoperative Behandlung erfolgt wie bei der Künscher-Nagelung.

Dieser Überblick über die operative Versorgung der Schenkelhalsfrakturen erhebt keinesfalls einen Anspruch auf Vollständigkeit der genannten Operationsmethoden. Es gibt eine multiple Anzahl von verschiedenen Nägeln, von Schrauben und Drahtspickungen.

Die Meinungen über die optimale Versorgung der Schenkelhalsfrakturen gehen heute noch weit auseinander.

In einem der nächsten Kapitel werden die Ergebnisse der verschiedensten Osteosyntheseverfahren einander gegenüber gestellt und die Ergebnisse verglichen.

Pat. L. geb. 5. 12. 1902 Unfall am 24. 7. 1979

Der Patient stürzte zu Hause. Zunächst konnte er mit Hilfe ins Bett gebracht werden. Er hatte nur mäßige Beschwerden. Am nächsten Tag wurden die Schmerzen unerträglich und der Patient wurde ins Krankenhaus eingewiesen.
Es wurde eine Beckenübersichtsaufnahme angefertigt; diese zeigte eine typische pertrochantäre Schenkelhalsfraktur, links, mit starker Verstellung (siehe Abb. 9).
Zunächst wurde eine Drahtextension durch die Tuberositas tibiae angelegt und der Patient am nächsten Tag mit drei Endernägeln versorgt (siehe Abb. 10 und 11).
Die Wundheilung verlief ungestört, der Patient stand bald nach der Operation auf.
8 Monate später kam der Patient erneut zur stationären Aufnahme. Die Fraktur war knöchern konsolidiert. Die Endernägel konnten entfernt werden.

Abb. 9

Abb. 10

Abb. 11

Vitalitätsbestimmungen des Femurkopfes nach medialen Schenkenhalsfrakturen in vivo

Durch die zahlreichen operativen Methoden, die im Laufe der letzten Jahrzehnte angegeben wurden, konnten die technischen Schwierigkeiten der Versorgung der Schenkelhalsfrakturen weitgehend gelöst werden. Jedoch die Problematik der Schenkelhalsfraktur - die Kopfnekrose - konnte bis heute noch nicht zufriedenstellend gelöst werden. Kopfnekrosen führen - unabhängig von der Wahl der Operationsmethode - in einem hohen Prozentsatz (es werden in der Literatur Werte von 15 bis 50 % angegeben) zu einer vorübergehenden oder dauernden Invalidität, die auch häufig zum frühen Tod des Patienten führen kann. Aus diesen Gründen muß man die Einführung des primären prothetischen Ersatzes des Femurkopfes als einen nicht hoch genug einschätzbaren Fortschritt in der Behandlung der medialen Schenkelhalsfraktur ansehen. Er ermöglicht es, das Auftreten von Kopfnekrosen zu vermeiden und alte Patienten durch frühzeitige Mobilisierung und Belastbarkeit schnell wieder in ihre gewohnte häusliche Umgebung zurückzuführen.

Da jedoch der Hüftkopfersatz, selbst bei der ausgefeiltesten Operationstechnik, einen größeren, zumindest ausgedehnteren Eingriff bedeutet als eine konventionelle Schenkelhalsnagelung, ist es unbedingt notwendig, die Patienten auszuwählen, bei denen eine Kopfnekrose mit Sicherheit oder doch mit großer Wahrscheinlichkeit erwartet werden muß. Diese Forderung ist gleichbedeutend mit der Frage nach der Vitalität des Femurkopfes. Ist der Femurkopf nach dem Trauma noch vital, so kann erwartet werden, daß die Fraktur nach einer adäquaten Therapie zur Ausheilung gebracht werden kann. Ist der Femurkopf jedoch abgestorben, so muß mit Nekrose und daraufhin mit dem Zusammenbruch des Kopfes gerechnet werden. Gelänge es nun, die Vitalität des Femurkopfes zuverlässig zu bestimmen, so könnten diejenigen Patienten, bei denen eine Nekrose und ein darauffolgender Zusammenbruch des Kopfes erwartet werden muß, durch primäre Hüftgelenksalloarthroplastik behandelt werden. Dies würde diese meist älteren Patienten davor bewahren, mehrere Monate auf Belastung verzichten zu müssen und mehr oder weniger an das Bett gefesselt zu sein. Außerdem können etwa 20 % der Mortalität vermieden werden, die auftreten, wenn man sich nach der Nekrose doch noch zu einem reconstructiven Eingriff am bereits geschwächten Patienten entschließen muß.

Da der röntgenologische Nachweis der Ischiämie erst mehrere Monate oder gar Jahre nach dem Trauma möglich ist, gehen die Bestrebungen und Anstrengungen der letzten Jahre dahin, die Vitalität des Femurkopfes unmittelbar im Anschluß an das Trauma zu bestimmen, um in Abhängigkeit an dieses Ergebnis die endgültige Therapie festzulegen.

Methoden der Vitalitätsbestimmung des Femurkopfes nach medialen Schenkelhalsfrakturen

Bisher wurden bereits zahlreiche Methoden zur Vitalitätsbestimmung des Femurkopfes angegeben. Die wichtigsten Methoden sind:

1. Angiographische Methoden
   a) Arteriographie
   b) Venographie

2. Isotopen Methoden
   a) Intravenöse Injektion von Isotopen und Messung der Aktivität im Femurkopf
   b) Clearance nach Isotopen-Injektion in den Femurkopf

3. Histochemische Methoden
   Messung der DPNH Diaphorasereaktion

4. Messung der Sauerstoffspannung im Femurkopf

5. Clearance nach Farbstoff-Injektion in den Femurkopf

6. Aspiration von Blut aus dem Femurkopf

7. Die intraossale Druckmessung

1. Angiographische Methoden

   a) Arteriographie
   Rook versuchte 1963 als erster,durch Injektion von Kontrastmittel in die Arteria femoralis communis,eine intravitale Darstellung der den Femurkopf versorgenden Gefäße zu erhalten. Mussbichler und Hipp haben durch anatomische und röntgenologische Untersuchungen,ebenso wie Trueta und Harrison, durch mikroangiographische Untersuchungen an Injektionspräparaten, zur Klärung der Bedeutung einzelner Gefäßabschnitte wesentlich beigetragen.

Maurer, Hipp und Mussbichler forderen, zur besseren prognostischen Beurteilung einer medialen Schenkelhalsfraktur, eine frühzeitige Angiographie. Zur exakten Beurteilung ist die Kontrastmittelfüllung sämtlicher Hüftkopfgefäße notwendig. So müssen die Gefäße der Arteria interna, externa und der Arteria femoralis unbedingt dargestellt werden. Die meisten Untersucher stimmen darin überein, daß bei Patienten mit avitalem Schenkelkopf meist Verletzungen des Ramus profundus der A. circumflexa femoris medialis im mittleren oder oberen Bereich sowie Verschlüsse der lateralen Epiphysengefäße und deren oberen Metaphysengefäße vorliegen. Gefäßverschlüsse - Flowverlangsamungen und Extravasate - lassen auf eine drohende Kopfnekrose schließen.

Ein Nachteil der Arteriographie ist, daß die Ergebnisse vor und nach Reposition nicht immer übereinstimmen. Wird die Arteriographie vor der exakten Reposition durchgeführt, so können sich Gefäßabknickungen und Flowverlangsamungen durch dislozierte Fragmente darstellen, die nach erfolgter Reposition nicht mehr festzustellen sind.

Ein weiterer Nachteil ist die enorme Schwierigkeit, die für die Ernährung des Femurkopfes wichtigen Gefäße von den Muskelgefäßen und der Haut zu unterscheiden. Nigst mißt dem posttraumatischen Arteriogramm für die Verlaufsbeurteilung der Schenkelhalsfraktur keine Bedeutung bei, da nach seinen Versuchen die für die Kopfversorgung wichtigen Gefäße nicht immer zur Darstellung kommen. Nach Maurer muß bei den unmittelbar nach dem Trauma angefertigten Angiogrammen bedacht werden, daß neben einer Thrombose auch eine Kompression durch ein Hämatom oder ein Spasmus der Gefäßmuskulatur posttraumatisch oder durch Kontrastmittel vorliegen können.

b) Venographie

Die Venographie ist die am häufigsten angewandte Methode zum Nachweis von Zirkulationsstörungen im Hüftkopf. Erstmalig wurde sie von Hulth 1953 angegeben. Das Verfahren beruht auf der Annahme, daß es bei einer Verletzung der arteriellen Gefäße, im Bereich des Schenkelhalses, auch zu einer Schädigung der zentralen Venen kommen muß. Bei der Originalmethode nach Hulth wird das Kontrastmittel über eine von der Außenseite des Femurs in den Femurkopf, unter Bildwandlerkontrolle vorgeschobene

Kanüle, injiziert. Der Abtransport des Kontrastmittels erfolgt über die extraossären Venen. Da die Venen und Arterien im Femurkopf gemeinsam verlaufen, kann bei einer Darstellung der abführenden Venen auf die Unversehrtheit der korrespondierenden Arterien geschlossen werden. Beim pathologischen Venogramm bleibt das Kontrastmittel im Femurkopf liegen, ohne daß ein Abfluß erfolgt. Abgesehen von technischen Fehlern (z. B. Ablauf des Kontrastmittels über den Frakturspalt, Injektion unter zu hohen Druck), die nach Tryb zu etwa 30 % auftreten, kann auch ein falscher Zeitpunkt der Venographie zu unrichtigen Ergebnissen führen. Bei einer unmittelbar nach dem Trauma durchgeführten Venographie vor der Reposition kann der Abfluß durch Abknickung der Gefäße fehlen und nach exakter Reposition wieder hergestellt sein. Berücksichtigt man außerdem noch die Untersuchungen von Trueta und Harrison aus dem Jahr 1953, nach welchen eine Blutzufuhr des Femurkopfes durch Zerreißen oder Thrombosierung der Arterien drei bis vier Tage nach dem Trauma zu keinem Verschluß der Gefäße jenseits der Verletzung führt, so kann daraus geschlossen werden, daß eine Unterbrechung der venösen Versorgung folgen muß. Daraus kann ein falsch positives Ergebnis resultieren.

Obwohl das Ergebnis der Kreislaufuntersuchungen an verschieden großen Gruppen zwischen 25 und 130 Fällen studiert wurden und die Minimaldauer der Kontrollen 1 Jahr (Arden, Harrison, Hulth), 2 Jahre (Boyd und Calandruccio) und 2 1/2 Jahre (Holmquist und Alffram) umfaßte, stimmte das Verhältnis der den Kreislaufuntersuchungen widersprechenden Spätergebnisse erstaunlich überein. Es betrug bei allen Autoren zwischen 15 % und 17 %.

2. Isotopen-Methode

a) Aktivitätsmessung mit dem Geigerzähler

Diese Methode basiert auf den Untersuchungen von Tucker aus dem Jahre 1950, der radioaktiven Phosphor (P 32) in einer Dosierung von 150 - 200 mc, 1 Stunde vor der operativen Versorgung der Schenkelhalsfraktur, intravenös injizierte und anschließend Gewebeproben sowohl aus dem Femurkopf als auch aus dem Trochantergebiet entnahm und die Radioaktivität der Proben bestimmte. Boyd, Zilversmit und Calandruccio messen die Aktivität über einen durch ein Bohrloch in den Hüftkopf eingeführten Geiger-Müller-Zähler, nach intravenöser Injektion von P 34.

Die gleiche Technik wenden Arden und Veal an. Richtige Voraussagen über die Vitalität des Femurkopfes sollen in etwa 80 % der Fälle möglich sein.

b) Aktivitätsmessung mit Strontium-Szintigraphie

Nachdem Bauer und Wendeberg 1959 die Strontium 85-Szintigraphie in die Diagnostik pathologischer Knochenprozesse eingeführt hatten, erwies sich diese Methode zur Beurteilung einer ganzen Reihe von Knochenveränderungen als äußerst wertvoll. Weber berichtete 1968 über die ersten Beobachtungen bei Fällen von idiopathischer Femurkopfnekrose.

Entgegen ersten Annahmen fand er bei Kopfnekrosen nicht eine erniedrigte sondern eine erhöhte Strontiumanreicherung im Femurkopf. Es erwies sich, daß die Aktivität umso stärker ist, je ausgedehnter die Nekrose ist. Den Beweis dafür lieferte die Autoradiographie nekrotischer Femurköpfe, die anläßlich von Operationen entnommen wurden, Dabei zeigte sich, daß vitaler Knochen einen normalen Strontiumeinbau aufweist, daß nekrotischer Knochen kein Strontium aufnimmt und daß die festgestellte Hyperaktivität den Randzonen entstammt. Den Gebieten also, in denen der Körper, dank noch erhaltener Zirkulation, zu reaktiven Auf- und Abbauprozessen fähig ist. Mit Hilfe der Strontium-Szintigrafie kann man also Nekrosen erkennen, bevor das Röntgenbild irgendwelche Veränderungen aufweist.

c) Clearance nach Isotopeninjektion in den Femurkopf

Lang und Fergunson injizierten 1959 Natrium 24 direkt in den Femurkopf. Danach maßen sie 4 Minuten lang die Abnahme der Aktivität im Femurkopf pro Minute. Diese Methode basiert auf der Annahme, daß das Absinken der Radioaktivität eng mit der Unversehrtheit des venösen Systems zusammenhängt und damit für die Vitalität des Schenkelkopfes beweisend ist. Laut Arden sind auch bei der Isotopenmethode 10 bis 30 % der Fälle aus technischen Gründen nicht verwertbar. Von den restlichen Fällen kann mit 80 % Sicherheit rechnen. Da diese Methode ausserordentlich aufwendig ist, kann sie im Routinebetrieb kaum angewandt werden.

3. Histochemische Methoden

Bestimmung der DPNH-Diaphoraseaktivität

1966 berichteten Brücke, Kaufmann und Vagacs erstmals über diese Methode der Vitalitätsbestimmung. Die Diaphorasereaktion wurde an intraoperativ gewonnenen Knochenzylindern aus dem Femurkopf vorgenommen. Das Prinzip dieser Fermentreaktion besteht darin, daß die Mitochondrien der Osteozyten, Osteoplasten und Osteoklasten nach den Forschungsergebnissen von Balogh und Mitarbeitern mit oxydativen Fermenten, den Diaphorasen, ausgestattet sind. Durch diese wird Wasserstoff von NAD H auf Nitro-BT übertragen, das dadurch zum blauen Diaformazan reduziert wird. Im Absterbevorgang schwindet die Diaphorase. Ihr Nachweis gelingt also nur, solange die Blutzufuhr gewährleistet ist. Es ist bekannt, daß die oxydativen Enzyme schon nach wenigen Minuten unterbrochener Blutzufuhr verschwinden. Der Grad der nachweisbaren Fermentaktivität, beurteilbar nach der Intensität der Blaufärbung, kann als Parameter für die Vitalität der Knochenzellen angesehen werden. Die Fehlerquote beträgt etwa 10 % bei negativem Resultat und 20 % bei positivem Ergebnis. Diese Methode erscheint vielversprechend, zumal sie eine rasche intraoperative Vitalitätsbestimmung, die noch dazu makroskopisch abgelesen werden kann, erlaubt.

So vorteilhaft man diese Methode auch beurteilen muß, sollte man die Nachteile nicht übersehen. Da zur Beurteilung der Vitalität des Femurkopfes nur ein kleiner Knochenzylinder vorliegt, kann man natürlich nur bedingt auf die Lebensfähigkeit des restlichen Femurkopfes schließen. Außerdem besteht das Patientengut zu einem hohen Anteil aus Kranken, die das siebzigste Lebensjahr überschritten haben. Bei diesen können partielle Nekrosen altersbedingt auftreten, die in der Diaphorasereaktion nicht von frisch traumatisierten, avaskulärem Gewebe unterschieden werden können. So fanden Amann und Kaufmann 1968 bei 50 Patienten, mit einem Durchschnittsalter von 79 Jahren, nur bei 2 komplett vitalisierte Femurköpfe. Momentan dürfte eine absolute Voraussage der Heilerfolge nach den Ergebnissen der Diaphorasereaktion doch noch etwas verfrüht sein.

Bestimmung der Sauerstoffspannung im Femurkopf (Oxymetrie)

1962 gab Woodhouse diese Methode erstmals an. Er hat die Sauerstoffspannung im Hüftkopf über eine in den Hüftkopf eingeführte Elektrode, die an einer inneren Platinkathode und einer äußeren Silberanode, die mit Teflon isoliert wurde, gemessen. Bei intakter Blutversorgung des Femurkopfes und Erhöhung der inhalierten Sauerstoffkonzentration kann ein Anstieg der Sauerstoffspannung im Femurkopf festgestellt werden. Ist aber die Blutversorgung mangelhaft oder total unterbrochen, kann natürlich kein Anstieg der Sauerstoffspannung nachgewiesen werden. Gelangt Sauerstoff durch die Fusion in den Femurkopf, so wird er rasch aufgebraucht, zwecks der späteren Messungen.
Woodhouse berichtete über 90 % übereinstimmende Ergebnisse bei Beurteilung der Vitalität des Femurkopfes durch Oxymetrie und Histologie. Diese Methode erscheint äußerst zukunftsträchtig, da sie doch den Faktor, der für die Vitalität des Hüftkopfes essentiell ist, die Sauerstoffspannung mißt.

Clearance nach Farbstoff-Injektionen in den Femurkopf

1962 beschrieb Trice zum ersten Mal diese Methode. Er injizierte 5 ml einer 4 %igen Lösung von Coomassie-Blau, mit Hilfe einer speziellen Punktionskanüle in den Femurkopf und entnahm nach einer, zwei oder fünf Minuten Venenblut aus dem Arm. Dann wird das entnommene Blut zentrifugiert und das gewonnene Plasma mit einer 2 mg %-igen Coomassie-Blau-Standardlösung verglichen. Ist die Standardlösung heller blau als das Plasma, so soll der Kopf vital sein. Ist sie intensiver blau, so ist nach Trice die Durchblutung des Femurkopfes gestört. Bei seinen Untersuchungen hatte er 0 % falschnegative und 30 % falschpositive Werte. Health wies darauf hin, daß der Farbstoff zu Schädigungen des Gefäßendotels führen kann. Aber im großen und ganzen erscheint diese Methode als brauchbar, da sie mit einem außergewöhnlich geringen apparativen Aufwand durchführbar ist und schon zu ausreichenden Resultaten innerhalb von wenigen Minuten führt.

Aspiration von Blut aus dem Femurkopf

Harrison gab diese Methode zum ersten Mal an. Er aspirierte mittels einer Punktionskanüle Blut aus dem Femurkopf und behauptete, daß es ein Kriterium für die Vitalität des Kopfes sei. Er punktierte percutan von ventral her den Femurkopf und gewinnt aus annehmlichen Köpfen kein Blut, sondern gelblich-rötliche Flüssigkeit. Bei den vitalen Köpfen gibt er an, daß reines Blut aspiriert wird. Er fand in seinem Krankengut 20 % falschpositive und 0 % falschnegative Befunde. Doch kann diese Methode nicht als absolut effizient angesehen werden.

Die intraossale Druckmessung

Schon Schulze und Behau führten 1912 erstmals intraossale Druckmessung durch. Sie konnten bereits pulssynchrone Schwankungen des interossalen Druckes nachweisen.

Shaw stellte bei zahlreichen Untersuchungen über den intraossalen Druck und die Knochendurchblutung fest, daß eine Korrelation zwischen dem intraossalen Druck und der Durchblutung des Knochens besteht.

Trueta kommt zu den gleichen Ergebnissen. Auch er findet eine direkte Beziehung zwischen dem intramedulären Druck und dem arteriellen und venösen Systemdruck.

Nach Held und Thron handelt es sich bei dem Druck vermutlich um einen extravasalen Druck. Durch Eindringen der Kanüle in die Knochenmarkhöhle werden sowohl arterielle als auch venöse Gefäße eröffnet. Dadurch entsteht ein Hämatom unterschiedlicher Größe. Alle Druckänderungen im eröffneten arteriellen und venösen Gefäßsystem übertragen sich auf das Hämatom, da dieses in das inkomplettible System des Knochens eingebettet ist,und periodische Druckschwankungen im arteriellen Gefäßsystem werden auf die Druckmeßkanülen übertragen und registriert.

Peltl, Zierz und Rogars führten Versuche an Hunden durch. Sie verglichen die Druckschwankungen bei intakter Gefäßversorgung und nach Durchtrennung der Kapselgefäße und Unterbindung des ligamentum teres. Vor Unterbrechung der Blutzufuhr konnten bei allen Hunden pulssynchrone Druckschwankungen im Femurkopf als auch im Trochanter gemessen werden. Die Amplitudenhöhen der beiden Messungen entsprachen sich in etwa. Solange eine Blutzufuhr über die Arterie des ligamentum teres gegeben war, konnten pulssynchrone Druckschwankungen im Femurkopf gemessen werden, die jedoch in der Amplitudenhöhe geringer waren als die Vergleichsmessungen im Trochantergebiet. Würde jetzt das ligamentum teres unterbunden und anschließend der Schenkelhals durchtrennt, so können im Femurkopf keine Puls- und Druckschwankungen mehr gemessen werden. Dagegen waren die Pulswellen, die in der Kanüle im Trochanter gemessen wurden, noch unverändert vorhanden.

Zu den gleichen Ergebnissen kam es auch, wenn die Blutversorgung des Femurkopfes durch Unterbindung oder Elektrokogulation der Gefäße des ligamentum teres oder der Gelenkkapsel zerstört war, ohne daß eine Durchtrennung des Schenkelhalses erfolgte.
Im Anschluß an die Tierversuche unternahmen die Autoren bei vier Patienten mit medialen Schenkelhalsfrakturen Druckmessung nach der gleichen Methode. Eine Kanüle wurde in das craniale laterale Segment des Femurkopfes vorgeschoben. Die zweite Kanüle kam in den Schenkelhalsbereich lateral der Fraktur zu liegen. Die Plazierung der Kanüle konnte durch Röntgenbildverstärker exakt ausgeführt werden. Bei zwei der Patienten konnten keine Pulsationim Femurkopf gemessen werden. Dagegen zeigten sich Pulswellen bei der Kontrollmessung im Schenkelhals. Bei diesen Patienten wurde der Kopf entfernt und eine Interprothese eingesetzt. Die histologische Untersuchung der entnommenen Femurköpfe ergab Zeichen einer Nekrose. Bei den übrigen zwei Patienten konnten pulssynchrone Druckschwankungen festgestellt werden. Bei ihnen wurden Lamellennägel eingeführt und die Schenkelhalsfrakturen heilten hervorragend.

Als Konsequenz dieser Versuche kann man frühzeitig einer Spätkomplikation der Schenkelhalsfrakturen vorbeugen; d. h., daß man bei jungen Patienten durch eine langdauernde Entlastung die Präpitalisierung des Femurkopfes mit konservativen Methoden abwarten kann und bei älteren Patienten eine frühzeitige Alloarthroplastik durchführen sollte. Dadurch kann bei den älteren Patienten vermieden werden, daß nach Auftreten einer Nekrose bei Schenkelhalsnagelung ein zweiter, rekonstruktiver Eingriff bei einem bereits geschwächten Patienten durchgeführt werden muß. Die interossale Druckmessung bietet den Vorteil, daß die Vitalitätsprüfung intraoperativ durchgeführt werden kann und sofort in Abhängigkeit des Ergebnisses eine adäquate Behandlung durchgeführt werden kann. Die Untersuchung ist technisch einfach und kann in wenigen Minuten durchgeführt werden. Jedoch ist sie bisher noch nicht völlig ausgereift, so daß die Methode erst nach weiteren Untersuchungen, bei einem größeren Patientengut, allgemein ausgeführt werden sollte.

Stabilitätsuntersuchungen verschiedener Osteosynthesematerialien beim Schenkelhalsbruch

Da die Stabilität einer Osteosynthese für die Frakturheilung von entscheidender Bedeutung ist, untersuchten Hackstock und Hackenbroch die verschiedensten Osteosynthesematerialien, die zur Versorgung von Schenkelhalsfrakturen verwandt werden. Die Stabilität der Osteosynthese hängt vom rein mechanischen Blickpunkt gesehen, von der Art des Osteosynthesematerials, vom Alter des Knochens sowie von der Form der Fraktur ab. Hackstock und Hackenbroch verursachten experimentelle Frakturen nach Pauwels III und prüften die Belastungswerte von der multiplen Nagelung, nach Simon Weidner die Telson-Schrauben, Deyerle-Gleitschrauben mit Platte, den Böhlernagel, den Küntscher-Y-Nagel, den Küntscher-Nagel, den Böhler-Nagel mit Platte, den AO-Schenkelhalsnagel, den Pugh-Gleitnagel und die Winter-Gleitschraube. Die Ergebnisse waren

a) die multiple Nagelung nach Simon-Weidner. Man fand eine vorübergehende Verschiebung von 204/100 mm bei 100 kg Last nach distal sowie eine bleibende Deformität nach Entlastung von 110/100 mm. Nach 200 kg und 250 kg kam es zu einer bleibenden Deformität von über 1 070/100 mm.

b) Telson-Schraube: Bei Belastung kam es zu einer deutlich stärkeren Verbiegung der Schrauben und zu einer Abkippung in Varusstellung.

c) Die Deyerle-Gleitschrauben mit Vierlochplatte: Hier zeigte sich, daß durch die Verschraubung am Oberschenkel eine wesentlich größere Last toleriert wird. Jedoch verschieben sich auch die Deyerle-Gleitschrauben nach 200 kg deutlich.

d) Der Böhler-Nagel: Bei dem Böhler-Nagel kommt es relativ schnell zu einer bleibenden Verformung. Es kommt zu einer Kippung des Kopfes in Varusstellung und zu einer Parallelverschiebung nach unten, die durch das Einschneiden der Nagellamellen in die Spongiosa des Kopfes und durch den Ausbruch der dünnen Corticalis des Trochanter major bedingt wird.

e) Der Küntscher-Y-Nagel: Hier kommt es zu einer überwiegenden Parallelverschiebung nach unten, die bis zu einer gewissen Lastgrenze ausgeprägt ist. Nach Verklemmung der beiden Nägel wird die Verbiegung und Verschiebung weniger stark ausgeprägt.

f) Der Küntscher-Schenkelhalsnagel: Der Küntscher-Schenkelhalsnagel zeigt auch bei hoher Belastung eine minimale Verschiebung. Dies ist durch die feste Verankerung in der Corticalis des Oberschenkelschaftes und das exakte Aufliegen am Adam'schen Bogen bedingt.

g) Der Böhler-Nagel mit Zweilochplatte: Der Böhler-Nagel gewährleistet in dem Belastungsbereich bis 100 kg eine große Stabilität mit einer Dauerverformung von 65/100 mm. Bei einer Belastung von 200 kg kommt es zu einer Varuskippung und zum Verbiegen des Nagels.

h) Der AO-Schenkelhalsnagel: Der AO-Schenkelhalsnagel ist im mittleren Lastbereich sehr stabil. Er zeigt unter 200 kg fast nur eine Parallelverschiebung nach unten durch Einschneiden des Nagels.

i) Der Pugh-Gleitnagel: Es kommt zunächst zu einer vorübergehenden Verformung bei 100 kg von 130/100 mm und zu einer Dauerdeformität nach Entlastung von 40/100 mm. Durch leichte Verbiegung des Nagels und Herausgleiten kommt es dann zum Kippen in Varusstellung und zur Parallelverschiebung.

j) Die Gleitschraube nach Winter: Durch die glatten Schnittflächen und den Zug der Schraube kommt es bereits primär zu einer Parallelverschiebung. Die Fraktur ist jedoch stabil und bietet den gleichen Ausgangswert wie die anderen Verfahren. Und es kann auch bei der Gleitschraube nach Winter zu einer Rotation des Kopfes, wie dies bei allen Methoden mit nur einer Schraube bekannt ist, kommen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß alle Osteosynthesematerialien, mit Ausnahme des Küntscher-Nagels, dem Kopfbruchstück im Lastbereich zwischen 50 und 150 kg, eine mehr oder weniger große Verschiebung erlauben. Alle Nägel, Schrauben und Platten verbiegen sich bei höherer Last. Für die Stabilität gegen die statische Druckeinwirkung sind bei den multiplen Nagelungen die genaue Verteilung der Stifte über den ganzen Schenkelhalsquerschnitt und der Einschlagwinkel entscheidend. Natürlich muß auch die Güte des Materials und die Stabilität des Materials berücksich-

tigt werden. Bei den starren Nägeln und Gleitnägeln ist die Lage am Adam'schen Bogen wie die Verankerung in der Corticalis des Oberschenkelschaftes und der Einschlagwinkel von eminenter Bedeutung. Bei den Versuchen von Hackstock und Hackenbroch zeigte sich, daß der Böhler-Nagel mit Platte bei 100 kg Belastung am stabilsten ist. Die Methoden von Pugh, AO, Deyerle und Küntscher sind nur minimal weniger stabil. Bei 140 kg Belastung sind die Verformungswerte bei allen Verfahren, mit Ausnahme des Küntscher-Nagels, bereits relativ hoch.

Geschichtlicher Rückblick über die Anwendung von gelenkersetzenden Operationen nach Schenkelhalsfrakturen

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurde die Anwendung von gelenkersetzenden Operationen bereits als Primärversorgung der Schenkelhalsfrakturen immer üblicher. Auch mit modernsten operativen Techniken konnte die prozentuale Frequenz von Pseudarthrosen und Kopfnekrosen nach medialen Schenkelhalsfrakturen, speziell mit varus dislocation, noch immer nicht gesenkt werden. So wurde die Anwendung von Hüftgelenkprothesen wie Endoprothesen und Totalendoprothesen im Laufe der letzten Jahre bereits als primäre, operative Versorgung bei Schenkelhalsfrakturen mit varus dislocation propagiert.
Da sich durch den primären, operativen Ersatz späte Komplikationen vermeiden lassen und die meist alten Patienten frühzeitig wieder mobilisiert werden können.
Heutzutage werden pathologische Frakturen sowie mediale Abduktionsbrüche bei Patienten, die älter als 70 Jahre sind, bei Patienten die deutliche hirnsklerotische Veränderungen zeigen und bei Patienten mit M. Parkinson üblicherweise bereits primär entweder mit einer Kopfprothese oder mit einer Totalendoprothese versorgt.

Die erste Kopfprothese wurde im Jahre 1940 von Moore und Bohlman inplantiert. Sie war aus Vitallium. Die Brüder Judet wandten Prothesen aus Plexiglas an. Sie operierten bis 1950 ca. 600 Patienten. Diese Methode scheiterte jedoch am Material und auch am Schwund des Schenkelhalses, in dem die Prothese eingesetzt wurde. Die Methode gilt heute als vollständig veraltet und ist in Vergessenheit geraten.
Seit 1950 veränderte Moore mehrmals sein Prothesenmodell. Er wandte eine Kopfprothese aus Vitallium an, die in den Femurschaft implantiert wird.
Zur gleichen Zeit begannen die ersten Versuche, die Pfanne und Schenkelhals im Femurkopf gleichzeitig zu ersetzen. Die Arbeiten von Aufranc, Herbert, McBride dürfen unter keinen Umständen vergessen werden. Charnley schlug 1959 vor, die Prothesenanteile mit einem körperverträglichen, schnellabbindenden Kunststoff im Becken und Femurschaft zu fixieren. Dieser Vorschlag wurde schnell angenommen und verhalf der Endoprothese zu einem durchschlagenden Erfolg. Bis heute wurden fast 200 verschiedene Varianten der Totalendoprothese genannt. Diese können natürlich nicht in toto beschrieben werden.

Im Laufe dieser Entwicklung wurde die Indikation zur Totalendoprothese immer breiter gestellt und die Indikation zur Implantation von Kopfprothesen wurden durch Komplikationen zunehmend eingeengt. Es zeigte sich, daß durch den gleichzeitig wirkenden Druck und die Reibungskräfte eine Protrusion der Hüftpfanne nach alleinigem Kopfersatz auftrat. So droht schließlich bei einer zunehmenden Pfannenwanderung deren Fraktur mit anschließender Perforation der Kopfprothese. Bereits in frühen Stadien treten massive Schmerzen, besonders bei Belastung ein, die bis zu einer totalen Immobilisierung der Patienten führen können. In diesen Fällen ist nur noch ein zweiter Eingriff zur Einbringung einer Totalendoprothese von therapeutischem Nutzen.

Die Indikation zur Kopfendoprothese

Heute besteht allgemein die Meinung, daß bei Patienten, die eine intracapsuläre Schenkelhalsfraktur erlitten haben und deren Lebenserwartung begrenzt ist, somit mit einer langjährigen Belastbarkeit und Gehfähigkeit nicht gerechnet werden kann, eine Indikation für die Hüftkopfprothese vorliegt. Durch diese Methode wird eine frühzeitige, schmerzfreie und gefahrlose Mobilisierung der Patienten ermöglicht. Dadurch können die Gefahren von Thrombophlebitiden, Thromboembolien, von Pneumonien und Decubital ulcera auf ein Minimum gesenkt werden.
Des weiteren wird auch die Pflegefähigkeit verbessert. Die ersten aktiven und passiven Bewegungsübungen bei Patienten, die vor dem Unfall gehfähig waren, und auch die ersten Gehversuche lassen sich meist schon vor dem Abschluß der Wundheilung durchführen. Die Voraussetzung dieser Operationsmethode ist eine zeitsparende Technik und sollte als Totalendoprothese nur anhand von geübten Operateuren angewandt werden.

Pat. R. geb. 19. 6. 1894 Unfall am 18. 9. 1979

Die Patientin stürzte zu Hause aus dem Bett und konnte das rechte Bein nach dem Unfall nicht mehr frei bewegen.
Die Beckenübersichtsaufnahme zeigte eine mediale Schenkelhalsfraktur, rechts (siehe Abb. 12).
Zunächst wurde eine Drahtextension durch die Tuberositas tibiae geschossen und die Patientin cardial vorbereitet.
Am 3. Tag nach dem Trauma wurde die Patientin mit einer Hüftkopfprothese nach Moore versorgt (siehe Abb. 13).
Die Wundheilung verlief ungestört. Die Patientin konnte bald nach der Operation beschwerdefrei gehen.

Abb. 12

Abb. 13

Die Arthro-Plastic mit der Totalendoprothese nach McKee Farrar

Von sämtlichen versuchten Totalendoprothesen des Hüftgelenkes konnte sich die Ganzgelenkprothese nach McKee Farrar am meisten durchsetzen. Die Technik der Einbringung der Totalendoprothese nach McKee Farrar wird wie folgt beschrieben:

Der Zugang zum Hüftgelenk wird, wegen des plastischen Ersatzes, entweder von dem ventrolateralen oder vom dorso lateralen Schnitt geschaffen. In der Literatur wird der Schnitt nach Watson-Jones als der optimale Schnitt angegeben. Der Schnitt nach Watson-Jones verläuft von der Spina iliaca anterior superior schräg zum Trochanter und dann abwärts. Jedoch kann man davon ausgehen, daß der dorso laterale Schnitt wesentliche Vorteile bietet. Er wird in typischer Weise wie in Kocher und Gibbson angegegeben haben, durchgeführt. Zur Erinnerung möchte ich nochmals darauf eingehen, wie die Schnittführung bei Kocher/Gibbson verläuft:

Der Patient liegt in Seitenlage. Die Inzission wird 3 cm fingerbreit lateral von der Spina iliaca posterior zur Trochanterspitze und von dort aus, je nachdem wie tief es erforderlich ist, am Oberschenkel entlang abwärts geführt. Die Glutaealmuskulatur wird stumpf auseinandergedrängt und der tractus iliotibialis gespalten. Dieser läßt sich leicht abschieben und bald ist das Trochantermassiv, das vom Bindegewebe überzogen ist, von hinten und vorne zu übersehen. Die Weichteile werden nach dorso medialwärts abgedrängt, die kleinen Exorotatoren der Musculus piriformis und die Musculi Gemelli dargestellt und an ihren sehnigen Anteil durchtrennt. Ihre Muskelmasse wird mit einem stumpfen Raspatorium medialwärts abgeschoben und dadurch kann man den dorsalen Anteil der Hüftgelenkkapsel überblicken.
Bei der Totalendoprothese wird außerdem noch der Musculus obturatorius internus und je nach Bedarf auch der Musculus piriformis unmittelbar am Trochanter desinseriert. Jetzt wird der hintere Glutaealrand mit einem Hohmann-Hebel zur Seite gedrängt. Dadurch gewinnt man einen guten Überblick über die Gelenkkapsel. Die durchtrennten Muskeln werden mit einem breiten Raspatorium medialwärts abgeschoben und die dorsale Gelenkkapsel stellt sich dar.

Als weiteren Schritt tastet man den Pfannenrand ab und durchtrennt die Kapsel am Pfannenrand und an ihrer Insertion am Trochanter major. Zunächst bleibt der untere und vordere Anteil der Gelenkkapsel stehen. Gewebereste werden mit dem Skalpell excidiert oder mit dem Raspatorium abgetrennt und anschließend excidiert.
Sobald der Schenkelhals in seinem Übergang zum Trochantermassiv überblickt werden kann, wird cranial und kaudal ein Hohmann-Hebel um ihn herum geführt und nach leichter Beineinwärtsdrehung wird das Collum femuris, entsprechend der Auflagefläche der Prothese, mit einer Vibrationssäge durchtrennt. Bei Durchtrennung muß der Unterschenkel im Knie gebeugt gehalten werden. Die Vibrationssäge wird in 10 bis 15 Grad Anteversion zum Verlauf der Kniegelenkachse eingestellt. Nach Durchsägen des Schenkelhalses am Trochantermassiv wird das Bein stark innenrotiert und in den Schenkelhals ein korkenzieherähnliches Instrument eingebohrt und der Hüftkopf, unter Resection der Kapsel an ihrem vorderen und unteren Anteil, entfernt. Nachdem dem Hüftkopf entfernt wurde, werden die Kapselreste vollständig excidiert. Die Pfanne wird nun entknorpelt und ihr hinterer Rand so abgemeißelt, daß die Pfannenendoprothese nicht im Acetabulum versinkt, sondern ihr Rand mit dem der Pfanne übereinstimmt. Jetzt werden zur besseren Verankerung der Pfannenprothese Vertiefungen bis zur lamina interna in Richtung der Symphyse des Ospubis sowie im Pfannendach 1 bis 2 cm im Durchschnitt betragend, eingemeißelt. Hier soll bei Einbringung der Pfanne Palakos eindringen und den festen Halt der Prothese gewährleisten. Die Pfanne wird nach Größe des Acetabulums gewählt und nachdem dies geschah, wird sie mit Palakos fixiert. Das Palakos wird unter sorgfältiger Vermeidung von Luft- und Blutbeimischungen in die Pfanne eingedrückt und anschließend nocheinmal gereinigt. Die Pfanne wird nun in das Palakos eingedrückt. Mit einem Spezialinstrument wird ihre Lage in 45 Grad-Neigung und 10 bis 15 Grad Anteversion bestimmt und tief in das Palakos und das Acetabulum eingeschlagen. Während der Operateur die Pfanne in 45 Grad Neigung 10 bis 15 Grad Anteversion hält, wird vom Assistenten das aus der Pfanne herausquellende Palakos vorsichtig am Pfannenrand mit einem Messer abgetragen. Von diesen Resten kann die Verhärtung des Palakos gemessen werden.
Nun wird durch Zurückdrehen des Beines die Sägefläche an der Schenkelhalsbasis dargestellt und es wird mit einem Pfriem die Verbindung zur Markhöhle geschaffen. Eine Spezialraspel ermöglicht die Schaffung eines

mit dem Prothesestiel entsprechenden Kanals in der gewünschten Anteversionsstellung. Das Trochantermassiv wird größtenteils excochleiert. Es sollte eine nicht zu dünne Spongiosaschicht an der Corticalis belassen werden, da dieser für die Haftung des Palakos absolut erforderlich ist. Außerdem wird durch ihre Durchblutung die Abkühlung des Palakos durchgeführt.

Die Prothese wird jetzt angepaßt; anschließend wird der mit der in der Endo-Prothese versehene Femur durch Zug am gebeugten Knie in mäßiger Hüftbeugehaltung langsam außenrotiert und abduziert. Sobald die Reposition erfolgt ist, wird die Funktion in allen Ebenen geprüft und die Spannung der Muskulatur beurteilt. Muskelspannung darf die Funktion nicht behindern, sie darf aber auch nicht zu schlaff sein, da es sonst zur gehäuften Hüftgelenkluxation kommt. Je nach Spannung der Muskulatur wird die Halslänge der Endoprothese bestimmt. Nachdem nun die korrekte Prothese festgestellt wurde, wird die Markhöhle ausgesogen und der Palakos eingebracht. Sobald der ausgehöhlte Trochanter major mit Palakos gefüllt ist, wird die Saugdränage entfernt und der Prothesenstiel in das Palakos eingedrückt. Mit kräftigen Schlägen eines Spezialvorschlaginstrumentes wird die Prothese der Auflagefläche adaptiert. Die ausgepreßten Palakosteile werden entfernt.

Nach dem Erhärten erfolgt die Reposition in bereits beschriebener Art. Die Funktion wird geprüft, das Bein wird abduziert, außenrotiert und bei Beugung von Knie und Hüfte gelagert. Es werden zwei Redondrains in unmittelbarer Nähe der Prothese eingelegt. Der Wundverschluß erfolgt bei entspanntem Tractus iliotibialis. Die kleinen Exorotatoren werden nicht vernäht. Es wird ein oberflächliches Redondrain angelegt, um ein Subcutanhämatom zu verhindern. Nun erfolgt Subcutan- und Hautnaht.

Die postoperative Behandlung nach Totalendoprothese

Der Patient beginnt am ersten postoperativen Tag mit isometrischen Anspannungsübungen. Er kann, um eine Hypostase zu vermeiden, bereits am ersten Tag aufgesetzt werden und auch, falls es erforderlich ist, ohne große Beschwerden aus dem Bett gesetzt werden.
Die Redondrains werden je nach Sog und Anfallen der Flüggigkeitsmenge im Laufe der ersten Tage gezogen. Die aktive Übungsbehandlung erfolgt normalerweise bereits am zweiten oder dritten postoperativen Tag. Sollte der ältere Patient nicht dazu in der Lage sein, wird mit einer passiven krankengymnastischen Behandlung, ebenfalls am ersten oder zweiten postoperativen Tag, begonnen.
Wenn die Wunde gut heilt, wird der Patient nach Möglichkeit schon am fünften bis sechsten Tag Postoperationem mit Hilfe eines Gehwagens oder mit Unterstützung durch zwei Pfleger oder Krankengymnasten, mobilisiert. Die Umstellung auf einen Handstock erfolgt frühzeitig.

Sobald die Wundheilung erfolgt ist, ist der Patient normalerweise beschwerdefrei und kann das Gelenk voll belasten. Jetzt kann der Patient weitere Badehaustherapie wie z. B. Bewegung im Bewegungsbad und krankengymnastische Übungen beginnen. Es gelingt somit, den normalen Krankenhausaufenthalt auf 14 Tage bis 3 Wochen zu beschränken.

Vorkommen und Häufigkeit der Femurkopfnekrosen

Nach zahlreichen Verletzungen und Erkrankungen werden nekrotische Veränderungen im Caput femoris beschrieben. Gemeinsam ist all diesen Zuständen das Zugrundegehen von Knochenelementen und die Fähigkeit, sie durch neues Knochengewebe zu ersetzen. Bei diesem Umbau wird die Resistenz des Kopfes gegen Belastung gemindert, und bei Mißachtung dieser Resistenzminderung kann es zu Kopfzusammenbrüchen kommen. In der Literatur findet man keine einheitliche Einteilung und Definition der Kopfnekrose. So werden von einzelnen Autoren nicht alle sekundären Veränderungen im Kopfbereich nach Schenkelhalsfrakturen, die sich röntgenologisch erkennen ließen, zur Nekrose gezählt, obwohl dies sicherlich histologisch in den meisten Fällen richtig wäre. Zum Teil werden nur vollständige Kopfeinbrüche zu den Femurkopfnekrosen gezählt.

Die Definition der Kopfnekrose

Bei der Definition der Kopfnekrose kommen wieder diese unterschiedlichen Meinungen zum Ausdruck. Die einen Autoren bezeichnen als Kopfnekrose nur die Verdichtung im Kopf ohne Konturunregelmäßigkeit, mit teilweiser Kopfdeformierung oder die Totalnekrose. Als Teilnekrose kann man die Femurkopfnekrose bezeichnen, die sich auf den cranio lateralen Abschnitt des Kopfes beschränkt und vom Hauptbelastungspunkt des Kopfes abhängig ist. Die Totalnekrose umfaßt natürlich den gesamten Kopf. Durch diese unterschiedlichen Definitionen findet man auch

vollständig differente Statistiken. So gibt z. B. Böhler 1953 bei Nachuntersuchung nach 3 Jahren eine Totalnekrosenfrequenz von 16,5 % und eine Teilnekrosenfrequenz von 17,3 % an.

Der Zeitpunkt der Nachkontrolle

Niegst zeigt in seiner speziellen Frakturenlehre, Band 3, in einer Tabelle, daß das Intervall, in dem noch eine Kopfnekrose auftreten kann, äußerst weit gefaßt werden muß. So gibt sich Brütsch 1946 mit 6 Monaten zufrieden. Amstrong verlangt bei Luxationen eine Beobachtungszeit von 5 bis 10 Monaten. Jensenius z. B. erkannte 1956 nur 7 von 27 Nekrosen innerhalb eines Jahres, dagegen 13. von 27 erst nach 2 Jahren. Flatmark 1962 fand nach 15 Monaten 23 %, nach 4 Jahren 44 % Nekrosen.
Aus dieser Sammelstatistik sieht man, daß die Nachuntersuchungszeit mindestens 2 Jahre, besser jedoch 4 Jahre betragen sollte, um zu eindeutigen und klaren Ergebnissen gelangen zu können.

Das Auftreten von Femurkopfnekrosen unter Berücksichtigung von Frakturtyp und Dislokation

Brütsch fand bereits 1946 heraus, daß die Nekrosehäufigkeit um so größer ist, je medialer die Fraktur liegt. Böhler und Ender fanden mit 91,2 % statistischer Sicherheit einen Zusammenhang zwischen dem Nekrosebefall und dem Abstand zwischen Fraktur und Kopfoberfläche heraus. Die Nekrosehäufigkeit beträgt bei Merle D'Aubigné bei subkapitalen Frakturen 70 % und bei transcervikalen 30 %. Bei den cervico trochantären Frakturen können selten Nekrosen vorkommen. Claffey fand, daß alle Patienten, bei denen die Fraktur durch den Eintrittspunkt der lateralen epiphysen Gefäße in den Kopf verlief, eine Nekrose entwickelten.

Zusammenhang des Auftretens von Kopfnekrosen mit der primären Dislokation

Die primäre Dislokation hängt sowohl von der Stärke des Traumas als auch von der Wirkung der Muskelkräfte auf das distale Fragment und von Manipulationen nach dem Unfall und der Stabilität der Fraktur ab. Böhler zeigte 1953, daß die Nekrosehäufigkeit statistisch signifikant größer ist, wenn die Achsenknickung und Seitenverschiebung zunimmt.

Die Stellung der Fragmente in Relation zur Häufigkeit der Kopfnekrosen

Bereits Graf fand 1909 heraus, daß die Varusstellung zum Auftritt von Nekrosen prädisponiert. Böhler fand, daß zwischen Varusstellung und Nekrose eine fast 100 %ige, statistische Relation besteht. Pauwels und Crawford betrachten die Valgusstellung als einen gefährlichen Faktor. Diese Ansicht kann durch die Untersuchungen von Smith 1959 untermauert werden. Dieser fand bei Freilegung des Femurkopfes und Prüfung der verschiedenen Dislokationsmöglichkeiten eine Drosselung der Gefäße im Ligamentum teres capitis bei forcierter Valgusstellung.

Die Bedeutung des Traumas für das Entstehen von Kopfnekrosen

Böhler bestreitet eine Bedeutung der Durchblutung bei der Nekroseentstehung. Für ihn ist nur das Trauma wichtig, und er behauptet, daß das Trauma zu röntgenologisch nicht erkennbaren Mikrotraumen in der Knochenstruktur führen kann und daß dadurch auch ohne Durchblutungseinschränkung Nekrosen entstehen können. Er konnte seine Ansicht mit Versuchen eindeutig belegen und zeigte, daß die Nekrosen proportional zur Schwere des Traumas oder dessen Folgen an Häufigkeit zunehmen.

Sekundäre Gefäßschädigung bei Reposition der Fraktur

Es ist klar, daß man auch durch therapeutische Maßnahmen wie z. B. die Reposition oder die Freilegung des Hüftgelenkes bei der offenen Reposition eine Gefäßschädigung hervorrufen kann.

Die Unterschiede der Nekrosehäufigkeit bei konservativer und operativer Therapie

Wir können heute keinen eindeutigen Vergleich zwischen der konservativen und operativen Therapie in Anbetracht der Nekrosehäufigkeit stellen. Da wir heutzutage die dislocierten Schenkelhalsfrakturen grundsätzlich operativ versorgen und wenn der allgemeine Zustand oder das Alter des Patienten eine Nagelung nicht mehr ermöglicht, wird man sich heute sehr schnell zu einer Endoprothese entschließen. Aus diesem Grunde findet man nur noch neuere Statistiken mit nicht dislocierten, verkeilten Frakturen, die schon aus diesem Grunde eine wesentlich bessere Heilungstendenz und eine wesentlich geringere Anzahl von Kopfnekrosen verursachen.

Der Einfluß der Nagellage auf die Nekrosehäufigkeit

Brütsch, Spotohoff und Schock behaupteten, daß die subchondrale Lage der Nagelspitze zu einem vermehrten Auftreten von Nekrosen führen würde. Brütsch belegte dies mit einer Statistik von 21 Fällen mit subchondraler Nagellage, von denen 11 eine Kopfnekrose entwickelten, während von 48 Fällen, bei denen der Nagel nicht bis subchondral eingetrieben worden war, nur 4 eine Durchblutungsstörung des Kopfes zeigten. Böhler und Claffey lehnten einen Einfluß der Nagellage auf die Entstehung von Kopfnekrosen eindeutig ab. Brodetti zeigte an Injektionsstudien, daß das Osteosynthese-Material in keiner Lage die Möglichkeit hätte, die Gefäßversorgung zu zerstören.

Sekundäres Trauma durch Redislokation nach Fixation

Bei der operativen Versorgung von Schenkelhalsfrakturen muß man grundsätzlich daran denken, daß eine Gefäßschädigung auch dann eintreten kann, wenn die Fixation der Bruchstücke nicht gewährleistet ist. So fand Böhler 1953 eine fast 100 %ige Abhängigkeit von idealer Reposition, Fixation und der Senkung der Nekrosehäufigkeit. Er behauptet, daß die Durchführbarkeit dieser Forderung in etwa 50 % der Fälle möglich ist und behauptet, daß die Nekrosehäufigkeit auf 14 $\pm$ 10 % gesenkt werden könne. Merle D'Aubigné gibt eine Nekrosehäufigkeit bei guter Reposition von 30 % an. Es ist klar, daß nicht in allen Fällen eine ideale Reposition erreicht werden kann. So gibt z. B. auch Banks an, daß er von 89 Fällen nur 53mal eine anatomisch einwandfreie Reposition erreichen konnte.

Ein weiterer, sehr wichtiger Punkt für die Senkung der Nekrosehäufigkeit ist eine gute Fixation. Es ist klar, daß eine ideale Fixation umso schwerer erreichbar ist, je steiler die Frakturlinie verläuft und je unstabiler die Fragmente zueinander stehen. Der Grad der primären Dislokation hängt vom Verlauf der Frakturlinie ab und beeinflußt dadurch gleichzeitig den Grad der zu erwartenden Stabilität der Fixation So ist eindeutig klar, daß in diesem Fall bereits der primäre Frakturverlauf zu einer späteren Redislokation und zur Unstabilität der Fraktur und damit zum Auftreten von Kopfnekrosen führen kann. Hier ist nun die Qualität der Operation und des Osteosynthesematerials von entscheidender Bedeutung. Aber auch eine gute Fixation der Frakturfragmente hängt von der zuvor ausgeführten Reposition ab. Durch die Osteosynthese können vorher gemachte Repositionsfehler nicht egalisiert werden. Böhler, Christoph, Jewett, Küntscher und zahlreiche andere namhafte Autoren fordern eine gute Fixation als Voraussetzung für die Verhinderung einer Nekrose. Merl D'Aubigné behauptet auch, daß diese Voraussetzung unbedingt gegeben sein müsse, daß aber trotzdem in etwa 30 % aller Fälle von medialen Schenkelhalsfrakturen Kopfnekrosen auftreten würden.

Zusammenfassung

Es läßt sich für den Einzelfall aus dem primären Röntgenbild noch keine sichere Aussage über das spätere Auftreten einer Kopfnekrose machen. Es zeigte sich, daß das Alter keinen Einfluß auf die Nekrosehäufigkeit hat. Eine möglichst genaue Reposition und eine stabile Nagelung vermindern die Nekrosehäufigkeit deutlich. Kommt es jedoch trotz fast idealer Reposition zum Auftreten einer Kopfnekrose, so werden normalerweise etwa 1/5 dieser Patienten über Schmerzen und Behinderungen beim Gehen klagen. Man muß auch heute noch bei den medialen Schenkelhalsfrakturen mit einer Nekrosefrequenz von 10 bis über 30 % rechnen. Die weitere Therapie nach Auftreten von Kopfnekrose muß individuell unterschieden werden. Doch ist hier weder Zeit noch Ort, um sich eingehender damit zu beschäftigen.

Nekrosehäufigkeit

Die Nekrosehäufigkeit wird von den verschiedenen Autoren unterschiedlich angegeben. Die Werte schwanken zwischen niedrigen Werten von 20 % bis zu extrem hohen von 84 %; im Durchschnitt beträgt die Nekrosefrequenz 30 %.

So beschrieben:

Böhler und Ender	in 33,85 % der Fälle von Schenkelhalsfrakturen einen Hüftkopftod,
Brücke, Kaufmann und Vagacs	in 15 - 30 % der Fälle,
Chapchal	in 45 % " "
Ecgholm	in 25 % " "
Forgon und Bornemisza	in 30 % " "
Maatz und Lempert	in 20 - 30 % " "
Ohmann, Björkegren und Fahlström	in 40 % " "
Weis und Müller	in 25 % " "
Witt	in 30 % " "
Woodhouse	in 33 % " "
totale Nekrosen und partielle Nekrosen.	in 33 % " "

Diese Ergebnisse stützen sich auf die röntgenologischen und klinischen Diagnosen, mit denen jedoch nur 50 % der Nekrosefälle erfaßt werden können. Die andere Hälfte muß pathologisch-anatomisch nachgewiesen werden. In 84 % der Fälle fand dann auch Sevitt auf Grund histologischer Untersuchungen eine Kopfnekrose, Catto in 66 % der Fälle. Nach Ansicht Grafs ist der Hüftkopftod histologisch hundertprozentig feststellbar, klinisch jedoch nur in einem Drittel der Fälle.

Nach lateralen Schenkelhalsbrüchen kommt es wesentlich seltener zu Kopfnekrosen; ebenso ist bekannt, daß laterale Schenkelhalsfrakturen seltener sind als mediale.

Das gleiche gilt für Nekrosen nach Ab- und Adduktionsfrakturen. So berichtet Johansson über bessere Resultate nach Valgusfrakturen als nach Varusbrüchen.

Nach Abduktionsfrakturen geben Jonasch mit 11,5 %
Ohman, Björkegren und Fahlström mit 15 - 23 %
Boyd mit 13 %
Lange mit 8 %
Linton mit 8,5 %
und Novik mit 10 % die Nekrosehäufigkeit an.

Einfluß der Behandlungsmaßnahmen auf Nekroseentstehung und -häufigkeit

Böhler und Ender behaupten, daß die Nekrosehäufigkeit bei operativer und konservativer Behandlung gleich groß ist. Eine gegensätzliche Meinung haben viele andere Autoren, die annehmen, daß in der Nagelung eine fördernde Auswirkung auf die Nekroseentstehung besteht. Maatz und Lempert stellten nach operativer Behandlung, bei gleichzeitig vorliegender Pseudarthrose, in 54 % Kopfnekrose fest, nach konservativen Maßnahmen in 4,3 %. Bei vollzogener Verknöcherung traten in 13 % der operativ behandelten Fälle Nekrosen auf, in 7,4 % der konservativ versorgten Fälle. Diese Beobachtung wird durch die Tabelle von Maatz und Lempert unterstützt.

		Konservative Behandlung	
		Pseudarthrosen	Kopfnekrosen
Campbell	1938	10 %	---
Fuchsig	1937	36 %	---
Löfberg	1927	32 %	---
Thomsons	1938	3,5 %	---

		Nagelung	
D'Annigué	1942	10,2 %	9 %
Böhler	1951	4 %	30 %
Ehalt	1951	3 %	26 %
Felsenreich	1939	6 %	12 %
Salem	1951	4,4 %	19,6 %
Schöneich	1948	4,2 %	37,4 %

Einige Autoren legen Wert auf eine exakte Nagellage. Weis und Müller halten eine steile Nagellage für besonders vorteilhaft. Die Nagelspitze soll möglichst dicht an den Gelenkspalt heranreichen, da die Haltefähigkeit des Nagels und somit die Stabilisierung der Fraktur mit der Nagelstrecke im Kopffragment wachsen. In ihrem Krankengut weisen 30 % der genagelten Fälle eine ungünstige Nagellage auf und von diesen entwickeln mehr als die Hälfte Kopfnekrosen.

Wehner vertritt die Meinung, daß durch eine steile Nagellage die Scher- und Kippkräfte neutralisiert werden und in callusfördernde Druckkräfte umgewandelt werden. Linton verglich die Spätergebnisse nach Smith-Petersen-Nagelung mit den Resultaten der Operationsmethode nach Nyström. Im ersten Fall betrug die Nekrosehäufigkeit 39,5 %, im zweiten 9,3 %. Linton schloß daraus, daß die dünnen Nägel nach Nyström oder die Moore'sche Pinne weniger Zerstörungen hervorrufen. Zum einen wegen ihres geringen Durchmessern, zum anderen auch wegen ihrer peripheren Lage. Wahrscheinlich kann das Risiko beim Smith-Petersen-Nagel durch exzentrische Lage und Vermeidung der Fovea capitis gemindert werden.

Von Wichtigkeit für die Heilung der Fraktur und die Vermeidung von Komplikationen ist nach Ansicht fast aller Autoren eine exakte und frühzeitige Reposition und stabile Fixierung, da durch mangelhafte Ruhigstellung die beginnende Revaskularisation unterbrochen und die erhaltenen Gefäße eingeklemmt und abgedrosselt werden können.

Woodhouse wies experimentell an Hunden nach, daß die frühzeitige Reposition der Fragmente für die Heilungserfolge von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Böhler und Ender sowie Dubois warnen vor einer gewaltsamen Einrichtung der Bruchstücke. Nach Dubois ist der Grund für die Nekroseentstehung, bei nicht exakter Reposition, die Unterbrechung des Lamellenbündels, das von der inneren Corticalis des Femurschaftes aus durch den Schenkelhals zieht, um sich fächerförmig in der Kopfrundung zu verteilen. Die exakte Aufeinanderstellung der beiden Fragmente des Lamellenbündels ergibt die beste Möglichkeit einer kontinuierlichen Wiederherstellung des Belastungssystems und damit auch die optimalsten Voraussetzungen einer genügenden Blutver-

sorgung des Kopfes. Solange diese ideale Reposition jedoch noch ein Problem darstellt, wird die Kopfnekrose eine nicht immer vermeidbare Komplikation der Schenkelhalsfraktur bleiben.

Hüftkopfnekrose als Folge vaskulärer Störungen

Eine gestörte Blutgefäßversorgung wird von den meisten Autoren als das auslösende Moment zur posttraumatischen, aseptischen Hüftkopfnekrose angegeben. Als Ursache für die verringerte oder unterbrochene Blutzufuhr kommen in erster Linie primäre Gefäßzerstörungen, dann Thrombosen und Embolien sowie Obliterationen und Spasmen der Blutbahnen als sekundäre Veränderungen vor. Woodhouse betont die Kompression als nekroseauslösenden Faktor, da nach seinen Beobachtungen der Gelenkdruck durch intracapsculare arterielle Blutungen so stark ansteigt, daß er den venösen Druck übersteigt und so den Blutrückfluß unterbindet. Das Ausmaß der Nekrose hängt von der Größe und Wichtigkeit der unterbrochenen Gefäße ab. Die Ernährung des Femurkopfes und des Schenkelhalses erfolgt aus drei verschiedenen Versorgungsgebieten. Nach Barnes, Frommhold, Lanz und Wachsmuth, Phemister und Schoch erfolgt die arterielle Blutversorgung im wesentlichen durch die A. circumflexa femoris medialis

mit ihren drei Versorgungsästen

a) R. nutritius colli et capitis superior
b) R. nutritius colli et capitis interior
c) R. nutritius intertrochantericus

und durch die A. circumflexa femoris lateralis
mit dem R. nutritius colli anterior.

Die Aa. circumflexae femoris medialis et lateris, beide aus der A. profunda femoris stammend, umschlingen den Schenkelhals hinten und vorn und bilden medial vom Trochanter Major am Abgang des Ramus nutritius colli et capitis superior einen Schenkelhalsbogen. Während der am unteren Schenkelhalsrand aus der A. circumflexa femoris medialis abgehende R. nutritius colli et capitis inferior nur den kleineren caudalen Hüftkopfanteil versorgt, ist das Verzweigungsgebiet des oberen Versorgungsastes wesentlich größer. Es nimmt den gesamten proximalen Kopfanteil ein bis zur Einmündung und Kommunikation mit der A. lig. capitis femoris, die für die Versorgung des Kopfes nur von untergeordneter Bedeutung ist. Die A. circumflexa femoris lateralis, die den vorderen Teil des Schenkelbogens bildet, ist nicht so wichtig wie die A. circumflexa femoris medialis. Mit ihrem R. nutritius colli anterior versorgt sie die vorderen Gebiete des Schenkelhalses.

Das intraossale Gefäßsystem erhält außer diesem extraossalen noch einen Hauptzufluß aus dem R. nutritius intertrochantericus, der im canalis nutritius intertrochantericus abwärts in den Femurschaft zieht.

Auch Tucker betont, daß die Hauptversorgung des Hüftkopfes durch die Kapselgefäße, die Aa. femoris medialis et lateralis erfolgt. Tucker unterteilt diese Versorgungsquellen in drei Gruppen - posterior-inferior, posterior-superior und anterior -, die den jeweiligen Kopfgebieten zugeordnet sind. Die Arterien des Lig. capitis femoris und die intraossalen Gefäße steuern in den meisten Fällen nur wenig zur Ernährung des Schenkelhalses und Hüftkopfes bei. Die Ursache der Kopfnekrose muß deshalb in der Zerstörung der Kapselgefäße liegen.

Trueta und Harrison unterteilen die Kopfgefäße in eine obere, untere, vordere und hintere Gruppe. Die oberen Kapselgefäße, auch laterale Epiphysengefäße genannt, treten im äußeren Quadranten, einen halben Zentimeter unterhalb des Gelenkknorpels, in den Femurkopf ein. Die Tatsache, daß immer dann Nekrosen auftreten, wenn die Frakturlinie durch ihr Eintrittsgebiet verläuft, zeigt ihre besondere Bedeutung. Nach medialen Schenkelhalsfrakturen findet man meist Nekrosen im oberen, äußeren Kopfquadranten, da bei dieser Frakturlokalisation die Blutbahnen des oberen Periostschlauches zerrissen werden.

Über das Versorgungsgebiet der A. lig. capitis femoris, die aus der A. obturatoria entspringt, bestehen trotz zahlreicher arteriographischer Untersuchungen unterschiedliche Auffassungen. Es wurden Fälle von totaler Obliteration bis zur vollständigen Versorgung des Hüftkopfes beschrieben. Meist versorgt die A. lig. capitis femoris ein kleines Gebiet in der Nähe der Fovea capitis. Nach Ansicht von Amann, Kaufmann, Nussbaum und Schmorl kann sie nicht bedeutungslos sein, da sie in der Lage ist, kleine Kopfbezirke am Leben zu erhalten.

Tucker schreibt ihr zunehmende Wichtigkeit im Erwachsenenalter zu und behauptet, daß sie in 70 % einen gewissen Anteil an der Blutversorgung des Kopfes hat. Trueta und Harrison nehmen an, daß es freie Anastomosen zwischen der A. circumflexa femoris medialis und der A. lig. capitis femoris gibt. Dies haben jedoch Sevitt und Thompson sowie Catto mit ihren histologischen Untersuchungen eindeutig widerlegt.

Endergebnis von häufig angewandten Methoden

Mediale Schenkelhalsfrakturen

Die Ergebnisse der medialen Schenkelhalsfrakturen scheinen bereits zum Teil im Moment des Unfalls vorbestimmt zu sein. Durch Phlebogramme des Kopfes, die gleich nach dem Unfall angefertigt wurden, wurde bewiesen, daß einige Köpfe, zum Zeitpunkt des Unfalls, von der Blutversorgung abgeschnitten waren (Huth 1956).

Alle diese Fälle zeigten im weiteren Verlauf eine Kopfnekrose. Zwei Kriterien wurden bei der Ergebnisauswertung der medialen Fraktur berücksichtigt. Palmer 1951 und Jensenius 1956 faßten die Zahl der aseptischen Nekrosen und der fehlenden Verbindung als ein Kriterium zusammen, da nach ihrer Meinung eine fehlende Verbindung ohne Nekrose nicht beobachtet wurde. Jensenius faßte die Endergebnisse von Linton 1944, Spotoft 1944, Carlquist 1947, Odén 1947, Sorlie 1954 und Nyström 1954 sowie anderen, in Tabellen zusammen. Die kombinierte aseptische Nekrose-Pseudarthrose-Rate variierte beim Gebrauch des Smith-Petersen-Nagels von 20 bis 54 %. Die Rate beim Gebrauch des Nyström-Nagels reichte von 27 bis 45 %.

Bei verschobenen intracapsulären Frakturen fanden Cleveland und Fielding 1954 22 %, bei denen es zu keiner knöchernen Verbindung kam und 24 % Nekrosebildung. Sie beobachteten ebenso wie Spotoft 1944, daß anscheinend der Winkel zwischen der Bruchoberfläche und der langen Achse des Knochens kein Faktor für die Verbindung zu sein schien.

Außerdem wurden dann auch noch der Zustand der Patienten in gut, zufriedenstellend und schlecht unterschieden. Diese Einteilung variierte bei den verschiedenen Verfassern. Clawson 1957 berichtete von Serien von subcapitalen Frakturen. 39 % waren zufriedenstellend, die übrigen waren bettlägerig, Rollstuhlfahrer oder gingen auf Krücken. Neer und McLaughlin 1948 fanden, daß die Patienten in 86 % zufriedengestellt waren und der Chirurg in 25 %, wenn die Fraktur durch offene Operation behandelt wurde. Cleveland und Bailey 1950 fanden in zwei von drei Fällen ein zufriedenstellendes Resultat. Bailey 1956 berichtete in 42 % von guten oder ausgezeichneten Resultaten. Bodo 1948 beobachtete mit dem Dreiflügelnagel und dem Godoy-Moreira-Bolzen beinahe die selben Ergebnisse. Bei beiden gab es in etwa über 50 % gute Resultate.

Es gibt relativ wenig Nachuntersuchungsstudien, die über eine längere Zeit bei den neuen Osteosynthesemethoden gemacht wurden: Das sind bei seitlicher Fixation, bei steilen Nägeln, gleitenden Nägeln und Kompressionsschrauben. Statistiken von kleinen Serien können leicht irreführen, ja sogar bei großen Serien kann es bei verschiedenen Autoren zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Massie 1956 berichtete von einer Nicht-Vereinigungsrate von 21 %, beim Gebrauch eines Nagels mit 115 °-Winkel.

Gelbke und Dziekau 1952 fanden eine 12 %-Nicht-Vereinigungsrate und 44 % mit aseptischer Kopfnekrose, beim Gebrauch des steilen Küntschernagels.

Javett 1956 benutzte seitliche Fixierung und berichtete von einer Nicht-Vereinigungsrate von 16 % und 10,5 % aseptische Kopfnekrose. 87 % beurteilte er als ausgezeichnet oder gut. 30 % der Nägel drangen durch den Kopf ins Acetabulum vor.

Eaton 1956 fand eine klinische Vereinigung in 18 von 28 Fällen, bei denen eine Nagelplatte benutzt wurde. Ein Heraustreten des Nagels ereignete sich in 35 %.

Pugh 1955 fand mit dem Gleitnagel eine 14 %-Nicht-Verbindungsrate. Luck 1956 berichtete von 14 Fällen, die mit dem Gleitnagel behandelt wurden. In 3 Fällen war die Verbindung verzögert und in einem Fall kam es zur Kopfnekrose, aber die Nachuntersuchungszeit war nur kurz. Massie 1959 berichtete über seine Erfahrungen mit einem steilen Gleitnagel. Die Verbindungsrate betrug 90 % und aseptische Kopfnekrose trat in 14 % auf. Interessant war bei diesen Versuchsreihen, daß beim Gebrauch des steilen Gleitnagels die Kopfnekrose seltener aber schwerer war als beim Gleitnagel. Charnley 1959 bewies, daß beim Gebrauch der Kompressionsschrauben-Platte, bei verschobenen Frakturen, ein Jahr nach der Operation 85 % Erfolg möglich ist.

Es wurden Versuche angestellt, durch Osteotomien, die Pauwels 1935 als erster publizierte, die Rate der Heilung von Frakturen und von aseptischen Nekrosen zu ändern.

Um die Heilung zu verbessern, wurden auch Transplantate angewandt. Die Resultate waren jedoch nicht im mindesten besser als bei einfacher Nagelung.

King 1950 beobachtete bei einfacher Nagelung in 69 % knöcherne Verbindung, in 71 % bei Nagelung und Transplantation und in 72 % bei Osteotomie. De Palma 1950 fand eine 10 %ige Nicht-Vereinigungsrate und 18 % aseptische Nekrosen, bei einer Serie von 40 transcervicalen Frakturen, die mit Keilosteotomie behandelt wurden. Hudson, Bartels und Freese 1951 berichteten, daß von 41 Fällen mit Frakturen Pauwels Grad 3, die mit McMurray Osteotomie behandelt wurden, 22 Fälle gut waren, 5 ausreichend und 14 schlecht.

Patrick 1949 fand bei Behandlung mit Transplantation und Nagel in 13 % von 47 Fällen eine Nichtvereinigung. Aseptische Nekrose trat in 4 Fällen auf und Osteoarthritis, wegen des Transplantates, in 21 %.

Zusammenfassend bemerkt man, daß bei den normalen Osteosynthesemethoden Heilung in 80 - 90 % eintritt, aseptische Kopfnekrose davon in etwa 25 % der geheilten Fälle.

Laterale Frakturen

Im Gegensatz zu den medialen Frakturen findet man bei den lateralen Frakturen die Hauptschwierigkeiten in sekundären Verschiebungen, Coxa vara, Vorspringen der Nägel sowie Zerbrechen und Verbiegungen des Halteapparates. Die zurückbleibenden Deformitäten variieren von 8 bis über 90 %, je nach den Kriterien, die in den Serien von E. M. Evans 1951, Tayler, Neufeld und Nickel 1955, Parker 1955, Robey 1956, Olshousen und Miles 1957 sowie von Wade Campbell und Keren 1959 angewandt wurden.

E. M. Evans unterschied intertrochantäre Frakturen, stabile und unstabile, je nach der Verletzung der Knochenrinde (unterer Cortex des Halses). Die Fraktur war stabil, wenn der corticale Knochen intakt war. Wenn der untere Cortex in die Fraktur einbezogen war, bestand eine Neigung zur Coxa vara, ob die Fraktur genagelt wurde oder mit Zug behandelt. Er berichtete, daß 25 % der pertrochantären Frakturen unstabil waren und daß bei einem gewissen Grad eine Coxa vara zu erwarten war. Beim Gebrauch der Capener Nagelplatte bemerkte er, daß die schwereren Frakturen mit einem Verbiegen der Nägel oder Bruch der Apparatur verbunden war.

Diskussion

Nachdem ich alle gängigen Methoden der Versorgung der Schenkelhalsfrakturen aufgezeichnet habe, möchte ich jetzt zu einer Zusammenfassung der Ergebnisse kommen.

Man kann mit Fug und Recht behaupten, daß die Osteosynthese die Methode der Wahl bei der Versorgung von Schenkelhalsfrakturen ist. Sie steht höchstens bei moribunden Patienten nicht mehr zur Diskussion. Es bleibt lediglich bei den eingestauchten Valgusbrüchen die Wahl zwischen der operativen und konservativen Behandlung. Hier kann man unter dem Vorbehalt einer späteren operativen Versorgung, bei Abrutschen des Kopfes, die konservative Behandlung empfehlen. Außer den osteosynthese Materialien und Methoden, mit allen Variationen des Smith-Petersen-Nagels, der AO-Winkelplatte, den Kompressions- und Gleitnägeln steht auch noch die primäre Arthroplastic mit der Anwendung einer Kopfprothese oder der Totalendoprothese zur Diskussion. Meiner Meinung nach ist die Osteosynthese absolut die Methode der Wahl und sollte als Primärmethode grundsätzlich angestrebt werden. Die Reposition der Fraktur wird normalerweise auf dem Extensionstisch unter doppelter Bildwandlerkontrolle durchgeführt. Bei Verwendung von zwei Bildwandlern kann ein optimales Ergebnis der Frakturreposition erreicht werden. Bei Frakturen vom Typ Pauwels III, bei den reinen, subcapitalen Querbrüchen mit starker Dislokation des distalen Fragmentes, bei Frakturen, die bereits längere Zeit dislociert sind, bei Hemiplegie M. Parkinson und bei Patienten, die älter als 75 Jahre sind oder bei Patienten, die deutliche hirnsklerotische Veränderungen aufweisen, sowie bei pathologischen Frakturen ist bei einwandfreien Gelenkverhältnissen die Kopfprothese die Methode der Wahl. Sollte bei diesen Patienten die Pfanne entrundet sein oder sich um eine Coxarthrose handeln, kann die primäre Vollplastik als Methode der Wahl angesehen werden. Bei den jüngeren Patienten sollte man unter allen Umständen versuchen, eine optimale Reposition und eine primäre Nagelung zu erreichen. Sollte dies nicht möglich sein und der Pauwels-Winkel größer als 70 Grad sein, sollte eine intertrochantäre 30-Grad-Valgisationsosteotomie durch-

geführt werden. Die Wahl des Osteosynthesematerials bleibt dem Operateur überlassen. Es zeigte sich, daß sämtliches Osteosynthesematerial, das zu einer guten Fixation der Frakturteile führt, beinahe dieselben Ergebnisse liefert. Hier sollte man die Forderung stellen, daß die Osteosynthese eines Schenkelhalses nur von geübten Operateuren ausgeführt werden sollte. Die Ergebnisse der Osteosynthese sind dann am besten, wenn eine ideale Reposition der Frakturfragmente erreicht wurde. Unter der idealen Reposition versteht man die exakte Reposition der Fragmente oder eine Valgusstellung im Sinne von McElvenny. Wir beobachteten auch, daß nach manchen schlechten Repositionen gute Ergebnisse folgten. Doch sollten diese vereinzelten guten Resultate nicht dazu verleiten, die Reposition zu vernachlässigen. Selbstverständlich genügt es nicht, daß die Fraktur a. p. gut steht, sondern sie muß auch im seitlichen Bild exakt stehen. Die Nagellage wird von den verschiedensten Operateuren unterschiedlich beurteilt. Im allgemeinen empfiehlt man heute, den Nagel oder die Platte auf der harten Corticalis des Adam'schen Bogens abzustützen und die Spitze bis in den unteren Anteil des Kopfes voranzutreiben. Es sollten ca. 2/3 des vertikalen Kopfdurchmessers, oberhalb der Plattenspitze liegen, da bei einem Einschlagen in den cranialen Abschnitt die wichtigen von latero cranial eintretenden Kopfgefäße verletzt werden könnten und dadurch die Gefahr des nekrotisch werden des Kopfes noch vermehrt wird. In üblicher Weise nimmt man heutzutage bei uns die AO 130-Grad-Winkelplatte bei den medialen Schenkelhalsfrakturen. Über das operative Vorgehen berichtete ich bereits. Der Patient darf nach ca. 6 Wochen, wenn es die Röntgenaufnahmen erlauben, mit der vollen Belastung beginnen. Er darf am Tage der Operation bereits mit Bewegungsübungen im Bett anfangen, und er kann bald nach der Operation im Gehwagen ohne Belastung herumgehen oder auch das Gehen mit Krücken üben. An allgemein gültigen Punkten kann man noch behaupten, daß die operative Behandlung der Schenkelhalsfraktur die Methode der Wahl ist, daß zweitens das Ziel der operativen Behandlung die stabile Osteosynthese, bei gut reponierter Fraktur, sein sollte, daß drittens dem Operateur die Wahl zwischen den verschiedenen Methoden der Osteosynthese belassen werden muß,

da man bis heute noch nicht den Beweis für eine optimale Frakturversorgung aufbringen konnte. Viertens, daß man bei medialen Adduktionsfrakturen bei Patienten, die älter als 70 Jahre sind, die deutliche hirnsklerotische Veränderungen aufweisen, die an Morbus Parkinson leiden oder bei denen eine pathologische Fraktur aufgetreten ist, zu einem primären Ersatz des Schenkelhalses raten sollte. Und zwar kann bei einwandfreien Gelenkverhältnissen zu einer Endoprothese und bei einer entrundeten Pfanne oder bei Coxarthrose zu einer Totalendoprothese geraten werden. Fünftens : Es ist wahrscheinlich nicht nötig, daß die Patienten länger als 6 Wochen das Bein nicht belasten. In der Literatur läßt sich kein Beweis dafür finden, daß die Zahl der Kopfnekrosen durch Frühbelastung vergrössert würde.

Die Pseudarthrose bei der Behandlung der Schenkelhalsfrakturen

Die Häufigkeit der Pseudarthrosen bei der medialen Schenkelhalsfraktur hängt davon ab, ob der operative oder konservative Behandlungsweg eingeschlagen wird. Bei der konservativen Behandlung findet man in der Literatur Prozentzahlen zwischen 15 und 76,4 %, mit einem Mittelwert von etwa 37 %. Bei den operativen Fällen trat in 0 - 44,6 % eine Pseudarthrose auf. Der Durchschnittswert bei den Statistiken von Niegst beträgt 14,6 %. Als Ursachen können 3 Gruppen von Faktoren diskutiert werden.

1. Die Ursachen, die in der Fraktur selbst liegen:
   a) Der Verlauf der Frakturlinie: Bereits Brütsch 1946, Christophe 1953,Dickson 1948, Eyre-Brook 1941 und viele andere Autoren wiesen auf einen deutlichen Einfluß zwischen dem Frakturtyp von Pauwels I und Pauwels III hin, Hier fand man eine deutliche Verschiebung der Pseudarthrosenhäufigkeit zugunsten von Pauwels II und III, während bei Pauwels I kaum Pseudarthrosen auftraten. Scheck fand in seinen Untersuchungen, daß auch die Zertrümmerung der hinteren Corticalis, die zu einer Aussprengung eines Knochenfragmentes führen kann, zu vermehrten Auftreten von Pseudarthrosen führt.

   b) Die Ernährungsstörung der Bruchstücke: In der gesamten Literatur wird der Einfluß der schlechten Durchblutung des proximalen Fragmentes auf die Frakturheilung keinesfalls bestritten. So kann man hier z. B. die Arbeit von Smith, die er 1949 herausbrachte, angeben. Er fand bei pseudarthrosen Operationen, daß die Durchblutung des Kopfes in 25 % der Fälle gut, in 50 % gering und 25 % fehlend oder nur noch partiell vorhanden war.

   c) Die Interposition von Kapselteilen: Die Bedeutung der Interposition von Kapselteilen für das Auftreten von Pseudarthrosen ist nicht eindeutig zu klären. Es ist jedoch klar, daß die Bedeutung der Interposition, im Ver-

gleich zu den anderen Faktoren, weit in den Hintergrund tritt. So lehnt Lewis 1950 die Möglichkeit nicht vollständig ab, Brütsch 1946 und Felsenreich 1939 erkennen die Bedeutung nur bei gleichzeitigem Fehlen von Druckkräften an.

d) Herold weist noch auf ein Enzymsystem, daß das Frakturhämatom verflüssigt und dadurch die Heilung ungünstig beeinflußt, hin. So gibt er 1960 an, daß ein Fibrinolysesystem dafür verantwortlich sein soll, daß kein Frakturhämatom eintritt bzw. daß dieses sehr rasch resorbiert wird. Dadurch sei die Frakturheilung seiner Meinung nach erschwert. Meines Erachtens kann es sich jedoch hier nur um einen weiteren Faktor, der die Heilung der Frakturen sekundär beeinflußt, handeln.

Die zweite Gruppe sind Fehler in der Behandlung der Frakturen. So weist die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese darauf hin, daß die Reposition und die operative Versorgung von Schenkelhalsfrakturen innerhalb der ersten 6 Stunden nach dem Trauma erfolgen sollte, damit keine Thrombosierung der Kopfgefäße eintreten kann. Oder es sollte zumindest eine Verschiebung der Fragmente gegeneinander durch eine Extensionsbehandlung unterbunden werden.

2. Die ungenügende Reposition und Fixation:
In der gesamten Literatur gibt es keinen Autoren, der die Bedeutung der exakten Reposition und einer stabilen Fixation für die Heilung der Schenkelhalsfrakturen bezweifelt. Man kann davon ausgehen, daß die gute Reposition bereits der Weg zu einer idealen Fixation ist. Es ist klar, daß die Osteosynthese nicht eine Reposition ersetzen kann. So gibt Brütsch 1946 an, daß mehr als 50 % seiner Pseudarthrosen ungenügend reponiert waren. Auch Garden 1959 gibt zu, daß bei den Pseudarthrosen, die in seinen Arbeiten auftraten, die Reposition ungenügend war. Garden legt den größten Wert auf den Alignment-Index. Zu dessen Bestimmung muß parallel zu den Trabekeln der Kopfstruktur eine Gerade gelegt werden, die mit einer anderen, entlang des Cortex des Femurschaftes, einen Winkel bildet.

Dieser beträgt in der antero-posterioren Strahlenrichtung 160 Grad. In der axialen Richtung wird die Trabekelgerade durch eine solche ergänzt, die in der Halsmitte verläuft. Hier beträgt der normale Winkel 180 Grad. Der normale Alignment-Index wird mit 160 zu 180 bezeichnet. Garden behauptet, daß Werte, die außerhalb 155 bis 180 zu 180 bis 155 liegen, hinsichtlich Nekrose und Pseudarthrose nicht akzeptabel sind. Auch Scheck, Meir und andere weisen darauf hin, daß eine ideale Fixation, ohne gute Reposition ungenügend ist. Es ist natürlich auch klar, daß eine gute primäre Reposition ohne die darauf folgende exakte Fixation zu keinem guten Ergebnis führen kann. Dies kann durch die eindeutig tiefere Heilungsziffer bei den konservativ behandelten, dislocierten Frakturen belegt werden. Eaton behauptet, daß eine Fixation um so stabiler sein muß, je schlechter die Blutversorgung ist. Banks, 1962, fand eine schlechte Fixation bei 2/3 seiner Pseudarthrosen. Erstaunlicherweise führen eine schlechte Reposition und Fixation nicht unbedingt zu einer Pseudarthrosenbildung, doch kann man unter diesen Voraussetzungen mit einer wesentlich höheren Pseudarthrosefrequenz rechnen. Eaton 1956, Böhler und Ender 1953, Banks 1962, Söhrli 1954 und Garden 1959 betonen, daß eine Reposition in idealer Stellung nicht immer möglich ist. So geben Böhler und Ender 1953 in einer Arbeit an, daß eine ideale Reposition und Fixation nur in 50 % der Fälle möglich ist. Heute kann man davon ausgehen, daß durch die verbesserte Narkose, die zu einer wesentlich grösseren Entspannung der Patienten führt, durch die bessere Röntgentechnik die Reposition in einem höheren Prozentsatz erreicht werden kann.

Die ungenügende mechanische Stabilität des Osteosynthesematerials kann zu einer Pseudarthrose führen.

Es ist natürlich eindeutig klar, daß wenn der Nagel eine ungenügende Stabilität bildet, d. h. wenn z. B. das Kopfstück ungenügend gefaßt ist, der Nagel excentrisch im Kopf liegt oder die Nagellage sich im cranialen und vorderen Kopfanteil befindet, so

wird die Pseudarthrosenhäufigkeit gefördert. Sehr interessant sind in dieser Weise die Ergebnisse, die Niegst in seiner Statistik zusammenfaßte. Hier findet man 4 782 Frakturen mit den verschiedensten Ergebnissen. Man findet eine Pseudarthrosenhäufigkeit von 1,5 % als Minimum bis 44,6 % als Maximum aller Fälle. So findet man z. B. bei einer Sammelstatistik der Chirurgischen Universitätsklinik, München, von 1958 bis 1969 bei 373 Fällen nur 1,2 % Kopfnekrosen. Auch ist klar, daß es zu einer Schädigung der Frakturenden und dadurch zu einer Steigerung der Pseudarthrosen und Kopfnekrosenhäufigkeit kommt, wenn das Osteosynthesematerial in verschiedenen Richtungen wiederholt ein- und ausgeführt werden muß und wenn es auch dann noch nicht gelingt, eine ideale Fixation zu finden. Bei Infektion der Hüfte kommt es natürlich auch vermehrt zum Auftreten von Pseudarthrosen.

Als dritten Punkt muß man allgemeine Störungen der Bruchheilung wie Osteoporose, Cortisonmedikation, Röntgenbestrahlung, Tabesdorsalis und Multiplesklerose ansehen.

Zusammenfassend findet man als Hauptursache für den Mißerfolg die ungenügende Reposition, die fehlerhafte Osteosynthese und das längere Intervall zwischen Unfall und Operation. Die wichtigsten Ursachen, die an der Fraktur selbst liegen, sind Keile und Defekte an der hinteren Corticalis, sowie ein steiler Verlauf des Bruchspaltes und Durchblutungsstörungen.

Fast ein Jahrhundert nach den ersten operativen Schenkelhalsosteosynthesen durch Langenbeck und König 1878 werden heute im Weltschrifttum noch immer übereinstimmend 12 % Pseudarthrosen und 30 % Kopfnekrosen angegeben. Ein Hinweis dafür, daß bisher noch keine ideale Lösung der Schenkelhalsfrakturfixation gefunden werden konnte, sind die vielfältigen Metallimplantate zur Schenkelhalsfrakturversorgung. Heute wird allgemein die Ansicht vertreten, daß der Verlauf einer Schenkelhalsfraktur im Augenblick des Unfalls hauptsächlich durch die Zerstörung der den Schenkelkopf ernährenden Gefäße, bei häufig vorhandener dorsocranialer Trümmerzone, unbeeinflußbar bestimmt wird. Diese Ansicht und die sich bisher nicht gebesserten Ergebnisse in der akuten Hüftchirurgie, drücken bereits eine gewisse Resignation aus. Kaessmann behauptet, daß durch eine Steigerung des Stabilitätsgrades bei Schenkelhalsosteosynthesen die hohe Zahl von Pseudarthrosen und Kopfnekrosen verhindert werden kann. Bis heute ist noch nicht absolut vorauszusehen, wieweit sich die biomechanischen Probleme am Hüftgelenk durch die Alloprothese als Alternative, besonders bei den jüngeren Patienten, lösen lassen.

Die Voraussetzung einer optimalen Revascularisation des Schenkelkopfes, den man bei der medialen Schenkelhalsfraktur als freies Transplantat ansehen kann, sind eine möglichst exakte Reposition der Frakturflächen und die anschließende Fixation des Repositionsergebnisses unter Verhinderung störender Scherbewegungen. Über die geschlossene Reposition am Extensionstisch, unter Bildwandlerkontrolle, kann diskutiert werden, doch führt sie in den meisten Fällen nicht zum erhofften Ziel, da die interponierten Kapselanteile häufig ein unüberwindliches Repositionshindernis darstellen. Bei diesen Frakturen ist eine Eröffnung des Frakturspaltes und eine offene Reposition absolut notwendig. Bei Patienten unterhalb des 65. Lebensjahres ist deshalb der Versuch der primären osteosynthese, unter Verwendung axialer Druckkräfte indiziert und der alloplastische Ersatz des Hüftkopfes und Schenkelhalses erst bei Vorliegen eines Mißerfolges erlaubt.

Charnley, Richards und Winter bemühten sich um eine Kompressionsosteosynthese, doch waren die Ergebnisse nicht so ermutigend, daß es zur grösseren routinemäßigen Anwendung dieses Verfahrens kam. Durch die klinischen Ergebnisse mit der Komposionsnagelosteosynthese gebrochener Röhrenknochen ermutigt, untersuchten Kaessmann und Weber die Fragestellung,

ob sich im Schenkelhalsbereich die Frakturstabilität durch eine axiale Druckverspannung der Fragmente derart erhöhen läßt, daß die mechanischen Voraussetzungen für eine optimale Reposition gegeben sind. Damit wäre dem Schenkelhalsbruch,bei seinem überwiegend mechanischen Problem, ein Teil seiner bisher ungelösten Problematik genommen. Als Verfahren bietet sich die intraspongiöse Verankerung einer speziellen Druckschraube an. Moser erreichte im Tierexperiment die intraarticuläre oder transpelvine Fixation eines Osteosyntheseelements zur Erzielung einer Druckosteosynthese. Doch ist dies in der klinischen Praxis nicht realisierbar.

In einer Versuchsreihe wurde festgestellt, daß die Zugbelastbarkeit der Hüftkopfspongiosa mit der Kompressionsschraube, in Richtung der Schenkelhalsachse, 330 kg im Maximal- und 150 kg im Minimalfall betrug. Wurde jedoch die Schraube exzentrisch eingedreht, so fiel die maximale Zugbelastung auf Werte um 150 kg, jedoch niemals unter 100 kg. Aus diesen Versuchen resultiert die Forderung, beim Eindrehen einer Kompressionsschraube nach Möglichkeit den physiologischen Collodyaphysenwinkel von 135 Grad zu berücksichtigen. Bei den Druckversuchen konnte ermittelt werden, daß die Spongiosa einen außerordentlich kompakten Kern besitzt, der Drucken bis zu 230 kg/qcm standhalten kann. Dies entspricht mehr als das dreißigfache der maximalen Belastbarkeit einiger medialer und lateraler Randbezirke der Kopfspongiosa.

Daraus erhebt sich die Forderung, daß eine unter Zug zu setzende Schenkelhalsschraube in Richtung des physologischen Collodiaphysenwinkels eingesetzt werden muß, da sie nur dann fest in der kompakten Spongiosazone eingebettet ist. Doch wird gerade der Schenkelhals durch die senile Involution entscheidend beeinflußt.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entstehung, den Untersuchungsmethoden und der Therapie von Schenkelhalsfrakturen, zusammengestellt aus Klinikunterschungsergebnissen sowie aus Literaturberichten vom In- und Ausland.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick wird die Anatomie, Muskulatur und Blutversorgung des Hüftgelenkes beschrieben. Ferner wird über die Entstehung, Diagnostik, Einteilung und Therapie der Frakturen berichtet. Es wird auf die verschiedenen Operationsmethoden genau eingegangen und eine Gegenüberstellung von konservativen und operativen Behandlungsmethoden gegeben.

Die Methoden der Versorgung von Oberschenkelfrakturen richten sich nach dem Alter, nach der Fraktur und deren Lokalisation. Wesentlicher Faktor ist die arterielle Durchblutung im Bereich der Frakturstellen.

Die konservative Behandlung

erwies sich als beste bei

1. Kindern unter 6 Jahren (vertikale Heftpflasterextension) bei Frakturen ohne Dislokation und Achsenknickung. Sollte die Extensionsbehandlung bzw. Repositionsergebnisse bei Kindern keine gute Stellung erbringen, sollte man nicht zögern, operative Versorgung vorzunehmen, doch eine Epiphysenverletzung ist zu vermeiden.

2. Bei älteren konservativ versorgten Patienten (aufgrund des Allgemeinbefindens) bestand weniger Thrombosen-, doch wesentlich mehr Pneumonie-Erkrankung und öfters Dekubitus.

Die operative Versorgung

Die operative Versorgung und vor allem das AO-Verfahren zeigte eine bessere Erfolgsquote, höhere Stabilität und ermöglicht eine frühe Mobilisation des Patienten; die Klinikverweildauer ist geringer als bei den konservativ behandelten Patienten.

Zur erfolgreichen operativen Versorgung ist Voraussetzung:

1. Abklingen des Unfallschocks;
2. eingehende interne klinische Untersuchung, besonders Pneumonie- und Embolieprophylaxe;
3. möglichst frühzeitiger Beginn von Bewegungs- und Belastungs- sowie Gehübungen.

Postoperative Komplikationen bestehen durch die neueren Behandlungsmethoden und durch den Fortschritt der Entwicklung allgemein medizinischer Erkenntnisse und Anästhesie selten. Sollten welche auftreten, dann stehen Embolien, Pneumonien sowie Herz- und Kreislaufversagen an erster Stelle. Es konnten auch einige Fälle von Pseudarthrosen, Nekrosen, verzögerter Kallusbildung sowie Abrutschen der Frakturenden beobachtet worden.

Bei der Operation ist eine stabile Osteosynthese zu erreichen; denn bei der Secundär-Operation besteht eine höhere Infektionsgefahr.

Ausgedehnte Gewebezerstörung und nachfolgende Hämatombildung, besonders bei älteren Leuten, ist die häufigste Ursache für Infektionen.

Die Arbeit bestätigt, daß das Argument, man könnte einem Unfallverletzten einen operativen Eingriff nicht zumuten, nicht mehr gerechtfertigt ist. Heute stehen dem Chirurgen viele Möglichkeiten durch allgemein medizinische und operationstechnische Verbesserungen zur Verfügung. Die richtige Anwendung befreit die Verletzten von den Gefahren der langdauernden Invalitität und Schmerzen und erzielt gute Bewegungs- und Gehfunktion.

Literaturangaben

Aamold J., Slungaard U. und Narverud G.

Schenkelhalsbrüche, behandelt mit primärer Einsetzung der Rotationsendoprothese nach Christiansen.
(Orthop. Abt. der Universitätsklinik Oslo im Akerkrankenhaus)
Zbl. Chir. 99 (1974) 537 - 541

Albrecht K. F.

Seltene Komplikationen nach Nagelung einer Schenkelhals-Pseudarthrose.
Der Chirurg 27 (1956)

Albright John P., Weinstein Stuart L.

Treatment for fixation complications.
Arch. Surg. Vol. 110 (1975) 30 - 36

D'Arcy John and Devas Michael Hastings

Treatment of fractures of the femoral neck by replacement with the Thompson prothesis.
The journal of Bone and joint Surgery (1976) 279 - 286 Vol. 58 B.

Arlt N., Graner G. und Hartung B.

Zur Behandlung pertrochanterer Frakturen.
Chir. Klin. der Med. Akademie Erfurt.
Zbl. Chir. 98 (1973) 58 - 63

Arnold William D., Lyden John P., Minkoff Jeffrey

Treatment of Intracapsular fractures of the femoral neck. With special reference to percutaneous knowles pinning.
J. Bone and joint Surg. 56 A 254 - 261 (1974)

Aronson H.

Osteosynthesis of intertrochanteric and pertrochanteric fractures of the femur.
J. Bone Jt. Surg. 29 (1947) 637 - 643

Bailey R. A. J.

The late results of Smith-Petersen nailing for fracture of neck of femur.
J. Bone and joint Surgery 38 B 589 (1956)

Ballensweiler J.

Die operative Behandlung proximaler Femurfrakturen mit dem Trochanternagel.
Schweiz Med. Wsch. 104 (1974) 421 - 426

Banks H.

Factors influencing the result in fractures of the femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 44 A (1962) 931

Barnes R.

Fracture of the neck of the femur.
J. Bone and joint Surg. 49 B (1967) 607 - 617

Barnes R.

Intracapsular fractures of the neck of the femur.
Modern Trends in Orthopaedics 3 (1962)

Bechtol C. O., Ferguson A. B. J., Laing P. G.

Metals and Engeneering in Bone and Joint Surgery Baltimore.
The Williams and Wilkins Company 1959.

Bernhard J.

Über die Rundnagelung der pertrochantären Oberschenkelfrakturen nach Lezius und Herzer und deren Behandlungsergebnisse.
Beitr. Orth. 21 (1974) 462 - 466

Blümel P.

Die Behandlung der pertrochanteren und infratrochanteren Oberschenkelbrüche mit der nicht sperrenden Laschenschraube.
Bruns Beitr. Klin. Chir. 191 (1955) 85 - 97

Bobechko Harris

The radiographic density of avascular bone.
J. Bone and joint Surgery 42 B (1960) 626

Böhler J., Ender H. G., Böhler N.

Erfahrungen mit der percutanen intramedullären Fixation pertrochanterer Frakturen mit elastischen Rundnägeln nach Ender.
Lorenz Böhler Krhs. Wien.
Unfallheilk. (1975) 361 - 370

Böhler Jeschke

Operative Behandlung der Schenkelhalsbrüche und Schenkelhalspseudarthrosen.
Verlag Wilhelm Maudrich Wien (1938)

Boettcher J. und Riese H.

Die Behandlung der pertrochanteren Oberschenkelfraktur mit der AO Winkelplatte.
Chir. Klin. und Poliklinik des Klinikum Essen der Ruhr-Universität Bochum.
Zbl. Chir. 1970 50 Heft 1515 - 1519

Bonjour C.

Offene Reposition bei Epiphysiolysis capitis femoris acuta.

Boyd H. B., Calandruccio R. A.

Further Observations on the use of Radioactive Phosphorus P 32 to determine the viability of the head of the femur.
Correlation of Clinical and Experimental Data in 130 patients with fractures of the femoral neck.
J. Bone and joint Surgery 45 A (1963) 445

Brodetti A.

The bloodsupply of the femoral head and neck in relation to the damaging effects of nails and screws.
J. Bone and joint Surg. 42 B (1960) 794

Brückner H.

Frakturen und Luxationen.
VEB Verlag
Volk und Gesundheit Berlin (1969)

Buchner H.

Zur Behandlung trochanterer Frakturen.
Arch. Orthop. Unfallchir. 53 (1961) 110 - 118

Buse Harry

Zur Statik der medialen Schenkelhalsfraktur, Lastbrücke und Laststauchung mit Hilfe der konventionellen Osteosynthese.
Chir. Abt. des Rudolf Virchow Krankenhaus Berlin.
Arch. Orthop. Unfall Chir. 77 (1973) 37 - 43

Buse Harry

Untersuchungen zur Druckosteosynthese der medialen Schenkelhalsfraktur. Theoretische und experimentelle Untersuchungen der Voraussetzungen der Anwendung von Druck bei der biologischen Heilung der Schenkelhalsfraktur. III die Osteosynthese mit und ohne Druck. Vergleichende statische Belastungsuntersuchungen am Leichenknochen.
Arch. Orthop. Unfall Chir. 71 (1971) 267 - 280

Calandruccio R. A.

Autoradiogram of the femoral head.
J. Bone and joint Surg. 42 A (1960) 893

Carnesale Peter G., Anderson Lewis D.

Primary prosthetic replacement for femoral neck fractures.
Arch. Surg. Vol.110 (1975) 27 - 29

Čech O.

Rekonstruktion des Hüftgelenkes mit autologer Knorpelkappe.
Z. Orthop. 110 (1972) 714 - 717

Chan R. N. W., Bath and Hoskinson J. (Oxford, England)

Thompson Prosthesis for fractured neck of femur.
The Bath and Wessex Orthop. Hosp. Bath.
J. Bone and joint Surg. 57 B (1975) 437 - 443

Chanchal George

Arthroplasty of the hip.
5. International Symposium 1972 in Njmegen (Netherlands)
Stuttgart Georg Thieme 1973

Chapchal, Jani und Baumann

Operation am Hüftgelenk.
Operation im Bereich des Oberschenkelhalses.
Osteotomien des oberen Femurendes.
Operationen am Becken, Hüftgelenk sowie Oberschenkel.
Chir. Operationslehre 8. Aufl. Bd. 6 487 - 545

Chapman Michael W., Stehr J. H., Charles F., Eberle, Marvin H., Bloom, Bovill Edwin G. (San Francisco California)

Treatment of intracapsular Hip fractures by Deyerle method.
A comparative review of one hundred and nineteen cases (from the San Francisco general Hosp. service of the Dep. of orthop. Surg. Univ. of California San Francisco).
J. Bone and joint Surg. 57 A (1975) 735 - 744

Charnley J.

Treatment of femoral neck fractures by compression.
J. Bone and joint Surg. 41 B (1959) 212

Charnley J., Blockey N. J., Purser D. W.

The treatment of displaced fractures of the neck of the femur by compression.
J. Bone and joint Surg. 39 B (1957) 45

Charnley J.

Treatment of fractures of neck of femur by compression.
J. Bone and joint Surg. 38 B (1956) 772

Chiari K.

Geschichte und aktuelle Indikation der pfannenbildenden Eingriffe am Hüftgelenk.
Arch. orthop. Unfall-Chir. (1976) 67 - 76

Claffey T. J.

Avascular necrosis of the femoral head.
J. Bone and joint Surg 42 B (1960) 802

Clawson D. K.

Subcapital fractures of the femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 39 A (1957) 456

Cleveland M. and Fielding J. W.

A continuing end result study of intracapsular fracture of the neck of the femur.
J. Bone and joint Surg. 36 A (1954) 1020

Collado F., Vila J. and Beltran J. E. (Barcelona Spain)

Condylo cephalic nail fixation for trochanteric fractures of the femur.
(from the centro de Réhabilitacion y Traumatologia, Barcelona)
J. Bone and joint Surg. 55 B (1973) 774 - 779

Crawford Adams John

Outline of fractures, including joint injuries.
The Williams and Wilkins Company. Baltimore 1965

Crawford H. B.

Conservative treatment of impacted fractures of the femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 42 A (1960) 471

Dandy D. J., London and Theodoron Crete B. C.

The management of local complications of total hip replacement by the McKee-Farrar Technique.
J. of Bone and joint Surg. (1975) 30 - 35 57 B

Debrunner A. M.

Behandlungsprinzipien für pertrochantäre Brüche.
Orthop. Abt. Stadtspital Triemli, Zürich.
Zbl. Chir. 99 (1974) 529 - 536

Denham R. A.

Hip mechanics.
J. Bone and joint Surg. 41 B (1959) 550

Deyerle Dr.

Absolute peripheral fixation in hipfractures.
J. Bone and joint Surg. 42 A (1960) 894

Deyerle W. M.

Absolute fixation with contact compression in hip fractures.
Clinical Orthopaedics B (1959) 279

Djenabi M.

Osteosynthese der lateralen Schenkelhals- sowie der pertrochanteren und subtrochanteren Oberschenkelfrakturen mit dem Y-Nagel nach Küntscher.
Zbl. Chir. 97 (1972) 801 - 807

Doder A.

Not every case of judets arthroplasty gives bad long term results.
Acta orth. Scand. 30 (1961) 49

Donk E. B.

Enige Beschouwingen over de Fractura colli femoris medialis en de necrosis capitis femoris.
Amsterdam 1964

Duhamel B.

Fractures Récentes du col du fémur.
Paris J. B. Ballieres et fils 1947

Eaton G. O.

Internal fixation in displaced intracapsular fractures of the femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 38 A (1956) 23

Eberle H.

Ergebnisse der intraossären Femurkopfvenographie bei Schenkelhalsfrakturen und Hüftluxationen und therapeutische Schlußfolgerungen.
Chir. Univ. Klinik Kanton Hospital, Zürich.
Ges. med. Radiol. Strahlenbiologie Nuklearmed. Stuttgart 8 - 11.5.69
Fortschr. Röntgens tr. Beitr. 1969 18 - 19

Ecke Prof. Dr. H., Spitzer Dr. G. und Kraus Dr. J.

Die Operation von Schenkelhalsfrakturen mit starrem Führungsspieß und dem Doppelbildwandlersystem.
Unfallheilk. (1970) 73 153 - 168

Ecker Malcolm L., Joyce John J., Kohl E. James (Philadelphia, Pennsylv.)

The treatment of trochanteric hip fractures using a compression screw.
J. Bone and joint Surg. 57 A (1975) 23 - 27

Endler F.

Traitementbiomécanique chirurgical de la nécrase avasculaire de la tête femorale.
Soc Belge Chirurg. Orthop. et traumatol. Chaudfontaine et Spa
30.- 31. 10. 1971
Acta orthop. Belg. 38 (1972) 537 - 545

English Thomas A., Hull

The trochanteric approach to the hip for prosthetic replacement.
J. of Bone and joint Surg. (1975) 1128 - 1132 57 A

Felsenreich F.

Fortschritte auf dem Gebiete der Schenkelhalsnagelung unter besonderer Berücksichtigung der an der II. chirur. Klinik in Wien geübten Technik.
Chirurg 10 (1938) 569 - 580

Fiedler H. H. (Chir.Abt. des evang. Krankenhauses Unna)

Osteosynthese der lateralen Schenkelhals- sowie der pertrochanteren und subtrochanteren Oberschenkelfrakturen mit dem Y-Nagel nach Küntscher.
Zbl. Chir. 97 (1972) 801 - 807

Fielding William, Wilson Stephen A., Sanford Ratzan

A continuing end-result study of displaced intracapsular fractures of the neck ot the femur treated with the Pugh nail.
(from the orthop. Serv. of St. Luke's Hosp. New York)
J. Bone and joint Surg. 56 A (1974) 1464 - 1472

Flemming F.

Erfahrungen mit dem Rundnagel nach Lezius Herzer bei pertrochanteren Frakturen.
Zbl. Chir. 86 (1961) 97 - 103

Forgon M. und Varró J.

Eine Isotopen-Clearance-Methode zur Beurteilung der Zirkulationsverhältnisse im Schenkelkopf nach Schenkelhalsfraktur.
Bruns Beitrag klin. Chir. 221 (1974) 461 - 468

Forgon M. und Miltenyi

Die Rolle der Gefäße des Lig. teres bei der Ernährung des Femurkopfes nach Schenkelhalsosteotomie im Tierexperiment.
(Chirur. Univ. Klinik Radiol.Klin. Univ. Debrecen)
Langenbecks Arch. Chir. 326 (1970) 280 - 286

Forgon M.

Bessere Stabilisierung der Schenkelhalsfraktur mittels Zugschraubenosteosynthese nach Prinzipien der AO.
Traumat. Abt. der I. Chir. Univ. Klin. Pécs (Ungarn)
Arch. Orthop. Unfall Chir. 81 (1975) 207 - 217

Forgon M., Mammel E. und Kunkli F.

Lassen sich mit der Verbesserung der Stabilität einer Schenkelhalsosteosynthese die Komplikationen bei der Heilung vermindern?
Ergebnisse einer Kompressionsosteosynthese der Schenkelhalsfraktur.
Traumat. Abt. der I. Chir. Univ. Klin. in Pécs und der I. Chir. Univ. Klin. in Debrecen.
Arch. Orthop. Unfall Chir. 81 (1975) 219 - 224

Forgon M., Boros T. und Horváth A.

Experimentelle Untersuchungen über den Revascularisationsprozess des kreislaufgeschädigten Schenkelkopfes nach Schenkelhalsfraktur.
Traumatolog. Abt. der I. Chirur. Univ. Kl. und Abt. für Anaesthesiologie Med. Univ. Pécs.
Arch. Orthop. Unfall Chir. Bd. 79 (1974)

Forssblad P.

Determination of Elasticity, Modulus of Bone.
Acta Arthop. Scandinav. 28 (1959) 262

Frankel V. H.

Mechanical factors for internal fixation of the femoral neck.
Acta Arthop. Scand. 29 (1960) 21

Freeman M. A. R., Todd R. C. and Pirie C. J., London (England)

The role of fatigue in the Pathogenesis of senile femoral neck fractures.
Journal Bone and joint Surg. 56 B (1974) 698 - 702

Frommhold W.

Zur Frage der Spätschäden bei Schenkelhalsfrakturen.
Mschr. Unfallheilk. 55 (1952) 206 - 209

Garden R. S.

Low angle fixation in fractures of the femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 43 B (1961) 647

Garden R. S.

The structure and function of the proximal end of the femur.
J. Bone and joint Surg. 43 B (1961) 576

Garden R. S.

The significance of good reduction in medial fractures of the femoral neck.
(Preston. Roy. Infirm. Preston)
Proc. roy. Soc. Med. Lond. 63 (1970) 1122

Garden R. S., Preston (England)

Malreduction and Avascular Necrosis in subcapital fractures of the femur.
From the orthop. Dep. Preston Royal Infirmary.
J. Bone and joint Surg. 53 B (1971) 183 - 197

Gillis L. Editor

Modern trends in surgical Materials.
London, Butterworth and Cc (1958)

Goymann V.

Treatment for congenital Pseudarthrosis of the femoral neck in children.
Orthop. Univ. Klinik und Poliklinik der Gesamthochschule Essen (1974)

Gruber H. und Wolfers W.

Die Kondylennagelung nach Küntscher bei pertrochanteren Frakturen. Indikation, Technik, Ergebnisse.
Chir. Abt. des St. Franziskus Hospitals in Flensburg.
Unfallheilk. 78 (1975) 371 - 378

Grueter H., Rütt A.

Zur Morphologie der in die Coxarthrose einmündenden Hüftgelenkserkrankungen.
Zschft. für Orthopädie Bd. 95 (1962) 401

Harman P. H., Baker D. R. and Reno J. H.

Experiments on the holding powers of various types of metallic internal fixation for transcervical fractures of the femur.
Am. J. Surg. 76 (1948) 515

Harrington Kevin H.

The use of Methylmethacrylate as an Adjunct in the internal fixation of unstable comminuted Intertrochanteric fractures in Osteoporotic patients.
(From the Dep. of Orthop. Surg. Univ. of California San Francisco)
J. Bone an joint Surg. 57 A (1975) 744 - 750

Harrington Kevin, San Francisco California and James O., Johnston Oakland, California

The management of Comminuted unstable intertrochanteric fractures.
(From the Dep. of Orthop. Surg. Univ. of California at San Francisco and the Dep. of Orthop. Surg. the Kaiser Permanente medical center Oakland.)
J. Bone and joint Surg. 55 A (1973) 1367 - 1376

Harrison M. H. M.

Vascular assay in prognosis of fractured femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 44 B (1962) 858

Harrison M. H. M., Schajowicz F. and Trueta J.

Osteoarthritis of the hip. A study of the nature and evolution of the disease.
J. Bone and joint Surg. 35 B (1953) 598

Harty M.

The calcar femorale and the femoral neck.
J. Bone and joint Surg. 39 A (1957) 625

Harvey J. P. Jr., Hirsch C. and Wilson P. D.

Experimental studies on the stability of internal fixation of femoral neck fractures in autopsy bone.
Surg. Forum 9 (1959) 756

Hempel Dietrich

Differentielle operative Behandlung der Frakturen im Schenkelhals- und Trochanterbereich.
II. Chir. Abt. Allgem. Krankenhaus Hamburg-Barmbeck.
Bruns Beitr. Klin. Chir. 217 (1969) 523 - 537

Hildebrandt J., Bernhard J., Diettrich H. und Sinkwitz K. D.

Behandlung pertrochantärer Oberschenkelfrakturen mit der Rundnagelung nach Lezius und Herzer.
Chir. Klin. der Med. Akad. Carl Gustav Carus Dresden.
Zbl. Chir. 99 (1974) 521 - 528

Hinchey J. J., Day Ph. L.

Primary Prosthetic replacement in fresh femoral neck fractures.
J. Bone and joint Surg. 46 A (1964) 223

Hirsch C. and Brodetti A.

The weight bearing capacity of structural elements in femoral necks.
Acta Orthop. scandinav. 26 (1956) 15

Hirsch C. and Brodetti A.

Methods of studying some mechanical properties of bone tissue.
Acta Orthop. scandinav. 26 (1956)

Hulth A.

Intraosseous venographies of medial fractures of the femoral neck.
Acta Chir. scandinav. Suppl. 214 (1956)

Ibsen Björn

Necrosis capitis femoris post fracturam colli femoris veri et fracturam pertrochantericam.
Kopenhagen 1951

Jensenius H.

Osteosynthesis of medial fractures of the femoral neck.
Acta Chir. scandinav. 111 (1956) 322

Johnson J. T. H., Crothers Omar, Baltimore Maryland

Nailing versus prosthesis for femoral neck fractures.
A critical review of long term results in two hundred and thirty-nine consecutive private patients.
J. Bone and joint Surg. 57 A (1975) 686 - 692

Jung H.

Stabile Osteosynthese bei der subtrochanteren Femurfraktur.
Chirurg 28 (1957) 120 - 123

Kaessmann H. J., Hopf G., Koch H., Lattermann D., Stankovic P., Hardt J. und Kunith W.

1. Experimentelle Untersuchungen über die mechanische Belastbarkeit der Hüftkopfspongiosa als Voraussetzung für die axiale Druckosteosynthese nach Schenkelhalsfrakturen.
Klin. und Poliklin. für Allgemeinchir. der Univ. Göttingen.
Arch. Orthop. Unfall Chir. 74 (1972) 146 - 154

2. Die Verbesserung der Stabilität einer Osteosynthese nach Schenkelhalsfraktur mittels axialer Kompressions-Verschraubung.
Klin. und Poliklin. für Allgemeinchir. der Univ. Göttingen.
Arch. Orthop. Unfall Chir. 74 (1972) 155 - 159

Kaplan A. V. and Lirtzman V. H.

Alloplasty of the femoral head in aged patients.
Orthop. Traum. Protez 31 Nr. 10 (1970) 12 - 17

Kaulie Helge and Sundal Björn

Primary arthroplasty in femoral neck fractures.
A review of 269 consecutive cases treated with the Christiansen Endoprosthesis.
Dept. Surg. Drammen Hops. Drammen Norvay.
Acta Orthop. scand. 45 (1974) 579 - 590

Kazár Dr. G., Manninger Dr. J., Holczer Dr. L, Nagy Dr. E.

Beiderseitige Schenkelhalsbrüche.
Unfallkl. 73 (1970) 169

Kazár G., Manninger J., Nagy E., Zolczer L. und Józsa L.

Bedeutung der Venographie bei der Beurteilung von Spätkomplikationen nach Schenkelhalsbruch.
Zentralinstitut für Traumatologie in Budapest.
Zbl. f. Chir. 99 (1974) 1041 - 1050

Kehr Dr. H.

Ergebnisse und Erfahrungen bei Hüftgelenkplastiken mit Totalprothesen.
Chir. Kl. u. Poliklinik der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten "Bergmannsheil" Bochum.
Unfallheilk. 76 (1973) 49 - 60

Klenerman L. und Marcuson R. W., London

Intracapsular fractures of the neck of the femur.
(Prince of Wales Gen. Hosp. and Middlesex Hosp. London.)
J. Bone and joint Surg. 52 B (1970) 514 - 517

Knöfler E. W.

Erfahrungen mit Endoprothesen bei hüftnahen Frakturen.
Orthop. Klin. der Karl Marx Univ. Leipzig.
Zbl. Chir. 99 (1974) 1051 - 1054

Koekenberg L. J. L.

Vascularisation in the healing of fractures.
Akademisch Proef-Schrift (1963)

Korkusuz Z. und Berkel T.

Zur mechanischen Problematik der Schenkelhalsfraktur.
Orthop. Univ. Klinik Ankara.
Z. Orthop. 108 (1970) 427 - 435

Korwald E. and Sundsfjord A. J.

Examination of the vascular disturbance of the femoral head following intracapsular fracture of the hip.
A preliminary report using a new isotope complex.
Dept. Orthop. Surg. Hormone Isotope labor, Aker Hosp. Oslo.
Acta Orthop. scand. 45 (1974) 572 - 578

Krebs H.

Zur operativen Behandlung der Schenkelhalsfraktur.
Chir. Univ. Klinik Heidelberg.
Arch. Orthop. Unfall Chir. 72 (1972) 215 - 223

Kuderna H., Böhler Nikolaus, Collon David J., Wien

Treatment of intertrochanteric and subtrochanteric fractures of the hip by the Ender method.
Lorenz Böhler Krankenhaus Wien.
The journal of Bone and joint Surg. (1976) 604 - 611 58 A

Laing P. G., Ferguson A. B. jun.

Radiosodium clearance rates as indicators of femoralhead vascularity.
J. Bone and joint Surg. 41 A (1959) 1409

Lanz T., Wachsmuth W.

Praktische Anatomie.
Band I/4 Berlin Springer 1938

Laros Gerald S.

1. Current views of hip fracture.
2. Intertrochanteric fractures.
Arch. Surg. 110 (1975) 18 - 19, 37 - 40

Leutert G.

Altersveränderungen im Bereich des Schenkelhalses aus morphologischer Sicht.
Anat. Inst. Med. Univ. Leipzig.
Beitr. Orthop. 21 (1974) 457 - 462

Luck J. V.

A universal length dual pin plate for transfixion of the upper portion of the femur.
J. Bone and joint Surg. 38 A (1956) 685

Maatz R. und Haasch K.

Wesen und Technik der Nagelung pertrochanterer Oberschenkelfrakturen mit dem geraden Küntscher-Nagel.
Chirurg 30 (1959) 177 - 182

Major H. und Schneider B.

Die Versorgung per- und subtrochanterer Oberschenkelfrakturen mit dem Y-Nagel.
Zbl. Chir. 91 (1966) 361 - 370

Mancini A.

Considerazioni su 200 casi di fratture pertrochanteriche trattale con osteosintesi di viteplaca.
La clinica ort. 13 (1961) 515 - 523

Manninger Jenó, Zolczer Lazlo, Kazar György und Nagy Ernó

1. Über den Wert der Schenkelkopfvenographie in der Prognose und in der Behandlung des Schenkelhalsbruches.
Magy Traum. Orthop. hely. Seb. 13 (1970) 91 - 99

2. Der Wert der Venographie für die Behandlungsprognose von Schenkelhalsbrüchen.
Zentralinstitut für Traumatologie Budapest.
Zbl. Chir. 96 (1971) 265 - 271 Heft 8

Martinek H., Czembirek H. und Fasol P.

Die Bedeutung eines Vergrößerungsangiogramms zur Vitalitätsprüfung des Hüftkopfes nach medialer Schenkelhalsfraktur.
Lehrkanzel für Unfallchir. II an der II. Chir. Univ. Klinik und dem Ludwig Boltzmann Inst. für rad. physik. Tumordiagnostik an der Röntgenstat. der I. Med. Univ. Klinik der Univ. Wien.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 83 (1975) 187 - 196

Martz C. D.

Stress tolerance of Bone and metal.
J. Bone and joint Surg. 38 A (1956) 827

Massie W. K.

1. Functional fixation of intracapsular fractures of the hip.
J. Bone and joint Surg. 38 A (1956) 939

2. Functional fixation of femoral neck fractures telescoping-nail technique.
Clinical Orthop. (1959) 230

3. Biomechanics and fixation of intracapsular fractures of the femoral head.
J. Bone and joint Surg. 42 A (1960) 1273

Matkowitz R. u.Hecht S.

Zur intraoperativen ferment-chemischen Vitalitätsbestimmung des Femurkopfes nach medialer Schenkelhalsfraktur.
Path. Bakt. Inst. und der Chir. Klin. des Bezirkskrankenhauses St. Georg Leipzig.
Zbl. Chir. Heft 18 (1971) 598 - 601

Mayer W. und Andrassy G.

Ein Beitrag zur Behandlung der körpernahen Oberschenkelbrüche.
Chir. Klinik Univ. Tübingen, Chir. Abt. Kreiskrankenhaus Calw.
Med. Welt N. F. 24 (1973) 2068 - 2069

McCollum Donald E., Mathews Robert S. and O'Neil Michael T.

Aseptic necrosis of the femoral head: associated diseases and evaluation of treatment.
Dis. Div. and Dept. Path. Duke Univ. Med. Ctr. Durham N. O.
Sth. med. J. 63 (1970) 241 - 253

Merkelbach J. W.

Over arthroplastic met metalen Endoprothese Bij verse Dijhalsbrenk. Amsterdam (1968)

Metz Colonel Charles W., Sellers Lt. Colonel Thomas D., Feagin Lt. Colonel John A., Monroe Major, Levine J., Medical corps United States Army, Onkey Richard G., Washington, Deyer Major James W., Medical corps United States Air Force and Eberhard Major Edward J., Medical corps United States Army

The displaced intracapsular fracture of the neck of the femur. Experience with the Deyerle method of fixation in sixty-three cases.
J. Bone and joint Surg. 52 A (1970) 113 - 127

Meyers Marvin H., Moore Tillman M., Harvey J. Paul

Displaced fracture of the femoral neck. Treated with a muscle Pedicle graft.
Dep. of Surg. Orthop. Los Angeles county Univ. of Southern California medical center Los Angeles.
J. Bone and joint Surg. 57 A (1975) 718 - 720

Meyer H. J. und Schilling R.

Erfahrungen mit dem Y-Nagel nach Küntscher bei Brüchen des Trochanterbereiches.
Mschr. Unfallheilk. 71 (1968) 445 - 452

Meyers Marvin H., Harvey J. Paul and Moore Tillmann M., Los Angeles Cal.

Treatment of displaced subcapital and transcervical fractures of the femoral neck by Muscle Pedicle Bone Graft and internal fixation.
A Preliminary report of one hundred and fifty cases.
(From the Los Angeles County Univ. of Southern California medical center, Los Angeles.)
J. Bone and joint Surg. 55 A (1973) 257 - 274

Mittelmeier H.

Zementlose Verankerung von Endoprothesen nach dem Tragrippen-Prinzip.
Orthop. Univ. Klinik Poliklinik Homburg Saar.
Zeitschrift für Orthop. 112 (1974) 27 - 33

Mörl F.

Lehrbuch der Unfallchirurgie
VEB Verlag Volk und Gesundheit Berlin 1964

Morscher E.

Die Strontium Szintigraphie in der Diagnostik der Femurkopf-nekrose.
Felix Platter Spit. Orthop. Klin. Basel.
Z. Orthop. 108 (1970) 520 - 524

Münzenberg K. J., Nienhaus R., Reischauer H., Klammer H. L.

Die innere Architektur des proximalen Femurendes als Maß des alters-abhängigen Knochensubstanzverlustes.
Orthop. Univ. Klinik und Inst. f. Med. Statistik, Datenverarbeitung und Dokumentation, Bonn.
J. Orthop. 111 (1973) 874 - 880

Mussbichler Herbert

1. Arteriographic studies in fractures of the femoral neck and trochanteric region.
   Type and incidence of finding in pre- and postoperative examinations, relation to fracture, dislocation and prognostic value.
Dept. Diagn. Roentgenol. I and II Univ. Klin. Umea.
Angiology 21 (1970) 385 - 402

2. Arteriographic findings in necrosis of the head of the femur after medial neck fracture.
Dept. Diagn. Roentgenol. I and II, Dept. Orthop. Surg. Univ. Umea.
Acta Orthop. scand. 41 (1970) 77 - 90

Nolan Declan R., Fitzgerald Robert H., Beckenbaugh Robert D., Mark B., Coventry Rochester

Complications of total hip arthroplasty treated by reoperation.
J. of Bone and joint Surg. 57 A (1975) 977 - 981

Ohnsorge J. und Holm R.

Die Spongiosafeinstruktur des Hüftkopfes im rasterelektronenmikroskop. Bild.
Orthop. Klinik Köln.
Arch. orthop. Unfall Chir. 68 (1970) 15 - 27

Olshousen K. W. and Miles J. S.

The results of therapy of intertrochanteric fractures at Denver General Hospital.
J. Bone and joint Surg. 39 A (1957) 459

Pankovich Arsen M.

Primary internal fixation of femoral neck fractures.
Arch. Surg. Vol. 110 (1975) 20 - 26

Papadopulos Jannis S.

Zum Schenkelhals-Gleitnagel nach Pugh.
Orthop. Abt. der Diakonie Krankenhäuser Bad Kreuznach.
Arch. orthop. Unfall Chir. 69 (1971) 205 - 219

Patrick

Avascular necrosis and the head of the femur.
J. Bone and joint Surg. 42 B (1960) 650

Pelzl Herbert, Zierz Peter, Rogausch Hans

Vitalitätsbestimmung des Femurkopfes nach medialen Schenkelhalsfrakturen mit Hilfe der intraossalen Druckmessung.
Chir. Univ. Klin. Marburg/Lahn.
Bruns Beitr. Klin. Chir. 219 (1972) 347 - 357

Persch W. F. und Birkner H.

Frühergebnisse der operativen Behandlung trochanterer Oberschenkelbrüche und lateraler Schenkelhalsbrüche mit Kondylennägeln nach Simon-Weidner und Ender.
II. Chir. Klin. Stadtkrankenanst. Nürnberg.
Unfallheilk. (1975) 49 - 57

Pförringer W. und Rosemeyer B.

Schenkelhalsfraktur bei Jugendlichen.
Orthop. Klin. und Polikl. Univ. München.
Arch. orthop. Unfall Chir. 90 (1977) 169 - 185

Phemister D. B.

1. Changes in bones and joints resulting from interruption of the circulation.
Arch. Surg. 41 (1940) 436 - 472

2. Lesions of bones and joints arising from interruption of the circulation.
J. Mount Sinai Hosp. 15 (1948) 55 - 63

Plaue R., Neff G.

Zur Infektrate orthop.traumatologischer Operationen.
Orthop. Klinik und Poliklinik der Univ. Heidelberg.
(Direktor Prof. Dr. H. Cotta)
Z. Orthop. 111 (1973) 881 - 886

Plaue R., Cotta H., Schulitz K. P. und Städtler J., Heidelberg

Die Behandlung per- und subtrochanterer Frakturen durch alloplastischen Ersatz des Hüftgelenkes.
Arch. orthop. Unfall Chir. 79 (1974) 44 - 53

Povacz F.

Ergebnisse der Behandlung pertrochanterer Oberschenkelfrakturen mit dem Trochanternagel nach Küntscher.
Unfallkrankenhaus Linz, Donau.
Mschr. Unfallheilk. 76 (1973) 368 - 375

Price E. R.

Viability of femoral head after fracture of the neck of femur.
44 B (1962) 854

Protzman Robert R. and Burkhalter William E., Miami

Femoral neck fractures in young adults.
J. of Bone and joint Surg. 58 A (1976) 689 - 694

Rahmanzadeh Dr. R.

Zur Operationstechnik der Femurkopfprothese.
Chir. Univ. Klinik Mainz.
Unfallheilk. 75 (1972) 213 - 219

Reichelt A., Stall Chr.

Die kausalgenetische Bedeutung der Behandlungsart für die Entwicklung von Hüftkopfnekrosen nach Schenkelhalsfrakturen.
Orthop. Klin. der Julius Maximilians Univ. Würzburg.
Z. Orthop. 111 (1973) 28 - 35

Remé H.

1. Die Lezius-Nagelung bei pertrochanteren Frakturen. Indikation, Technik, Ergebnisse.
Unfallheilk. (1975)379 - 384

2. Behandlung pertrochanterer Oberschenkelbrüche.
Chir. Klin. der Hochschule Lübeck.
Zentralblatt Chir. 99 (1974) 513 - 520

Robey L. R.

Intertrochanteric and subtrochanteric fractures of the femur.
J. Bone and joint Surg. 38 A (1956) 1301

Rösingh G. E., Steendijk R. and Hoff van den A.

Necrosis and deformation of the femoral head following fracture of the femoral neck. A morphological study.
Dept. Orthop. Histol. Labor Univ. Amsterdam.
Arch. chir. NL 24 (1972) 165 - 189

Rosemeyer B. und Pförringer W.

Zur Problematik des Hüftgelenkersatzes mit Prothesenteilen aus Polyester.
Arch. orthop. Unfall Chir. 85 (1976) 111 - 117

Rumiantzeva A. A.

Surgical tactics in pseudarthroses of the neck of the femur.
Orthop. Traum. Protez 31 Nr. 10 (1970) 17 - 21

Scheuba G.

Zur Wahl des Osteosyntheseverfahrens für pertrochantere Frakturen.
II. Chir. Univ. Klinik Wien.
Arch. orthop. Unfall Chir. 68 (1970) 204 - 218

Schmidt A. und Römer G.

Zum Behandlungsproblem der Adduktionsbrüche des Schenkelhalses aus der Sicht des kleineren Hauses.
Chir. Abt. des Diakonissen Krankenhauses Leipzig.
Zbl. Chir. (1970) 19 - 24

Schoch J.

Zur Biologie und Mechanik bei der Nagelung der medialen Schenkelhalsfraktur.
Z. Orthop. 89 (1958) 485

Schumpelick W. und Jantzen P. M.

Die Versorgung der Frakturen im Trochanterbereich mit einer nichtsperrenden Laschenschraube.
Chirurg 24 (1953) 506 - 509

Schumpelick W.

Die stabilere Osteosynthese des medialen Schenkelhalsbruches mit der verbundenen Doppelschraube.
Der Chirurg 26 (1955) 131

Scott Richard D., Turner Roderick H., Leitzes Stanley M. and Aufranc Otto E., Boston

Femoral fractures in conjunction with total hip replacement.
J. Bone and joint Surg. 57 A (1975) 494 - 500

Serfling H. J. und Brückner R.

Über weitere Erfahrungen mit der Trochanterabmeißelung bei der Behandlung der medialen Schenkelhalsfraktur.
Chir. Univ. Klinik Berlin.
Zbl. Chir. 95 (1970) 1377 - 1385 Heft 47

Shumada J. v. and Novikov N. V.

Osteosynthesis of medial fractures of the femoral neck with aid of heterografts.
Orthop. Traum. Prolez 31 Nr. 10 (1970) 8 - 12

Stevens J., Abrami G.

Osteoporosis in patients with femoral neck fractures.
J. Bone and joint Surg. 46 B (1964) 24

Stryhal F., Matejovsky Z.

Erfahrungen mit homoplastischen osteokartilaginären Femurkopfkappentransplantationen.
Z. für Orthop. 110 (1972) 708 - 713

Stühmer G., Pelet D.

Die Behandlun g der pertrochanteren Femurfrakturen mit Winkelplatte.
Klin. f. orthop. Chirurgie des Kantonspitals St. Gallen.
Unfallheilk. 78 (1975) 341 - 353

Tönnis D. und Asai H.

Untersuchungen über die Lockerungsraten verschiedener Hüftgelenksprothesen und unterschiedlichen Halslängen.
Orthop. Klin. der Städt. Kliniken Dortmund.
Arch. f. Orthop. Unfall-Chirur. (1976) 317 - 331

Tucker F. R.

Arterial supply to the femoral head and its clinical importance.
J. Bone and joint Surg. 31 B (1949) 82 - 93

Valls J.

Late treatment of posttraumatic aseptic necrosis of the hip in fractures and dislocations of the neck of the femur, with special reference to arthrodesis and arthroplasty.
Reconstruction Surgery and Traumatology V (1960)

Viernstein K., Jantzen P. M.

Die Behandlung der Hüftkopfnekrose nach Verletzungen im Bereich des Hüftgelenks.
Reconstruction Surgery and Traumatology V (1960)

Volz Robert G., Tucson Arizona and Turner Roderick H., Boston

Reattachment of the greater trochanter in total hip arthroplasty by use of a bolt.
J. of Bone and joint Surgery 57 A (1975) 129 - 130

Wanke, Maatz, Junge, Lentz

Knochenbrüche und Verrenkungen.
Urban und Schwarzenberg München und Berlin 1962

Wassner U. J.

Zur operativen Versorgung der medialen Schenkelhalsfrakturen.
Der Chirurg 26 (1955) 83

Weber Edward R., Daube Jasper R., Mark B., Coventry Rochester

Peripheral Neuropathies associated with total hip arthroplasty.
J. of Bone and joint Surg. 58 A (1976) 66 - 69

Weber Frans. A., Johannesburg, Charnley John, Wrightington

A radiological study of fractures of acrylic cement in relation to the stem of a femoral head prosthesis.
J. of Bone and joint Surg. 57 B (1975) 297 - 301

Wehner W.

Die Schenkelhalsfraktur. Pathophysiologische und biomechanische Gesichtspunkte als Grundlage der Behandlungsrichtlinien, Ergebnisse, Komplikationen und Begutachtung.
Chir. Klin. der Med. Akademie Magdeburg.
Zbl. Chir. 99 (1974) 1029 - 1040

Weigert M., Gronert H. J., Klems H.

Therapie der Hüftkopfnekrose.
Orthop. Traumatol. Abt. des Städt. Krankenh. am Urban Berlin,
Orthop. Klin. und Poliklinik der Freien Univ. Berlin.
Z. Orthop. 113 (1975) 1070 - 1078

Wertheimer Linz Gustavo and Sol de Luna Fernandes Lopes FO

Arterial supply of the femoral head.
A combined angiographic and histological study.
Orthop. clin. Med. School Dept. anat. Fac. Med. Univ. Saó Paulo.
J. Bone and joint Surg. 53 A (1971) 545 - 556

Willert H. G., Sarfert D.

Die behandlung segmentaler ischämischer Hüftkopfnekrosen mit der intertrochantären Flexionsosteotomie.
Abt. für Knochenerkrankungen Orthop. Univ. Klin. Frankfurt/Main.
Z. Orthop. 113 (1975) 974 - 994

Willmen H. R., Vogels W. und Schwilden E. D.

Fakultativ erweiterte Indikation der Trochanternagelung nach Küntscher im Senium.
Abt. Chir. der RW TH Aachen.
Zbl. Chir. 98 (1973) 1432 - 1437

Winkler R. und Ewerwahn W. J.

Die Trochanternagelung nach Küntscher - Indikation und Gegenindikation.
Chir. Univ. Kl. Hamburg-Eppendorf.
Unfallheilk. 78 (1975) 408 - 416

Witt A. N.

Fortschritte in der Behandlung der Kopfnekrose bei Schenkelhalsbrüchen.
Schweiz. med. Wschr. 93 (1963) 278 - 284

Wolf L.

Die Totalendoprothese in der Hüftgelenkstraumatologie.
Aus der orthop. und unfallchir. Abt. des St. Petrus Krankenhaus Bonn.
Z. für Orthop. 109 408 - 411

Wondrâk E. und Maňák P.

Was ist für das Überlegen der Verletzten mit Schenkelhalsbrüchen entscheidend?
I. Chir. Univ. Klinik der med. Fakult. der Palacký Univ. Olomoue.
Zbl. Chir. 99 (1974) 1025 - 1028

Woodhouse C. F.

Anoxia of the femoral head.
Surg. 52 (1962) 55 - 63

Zanoli A., Zappoli S.

Die Behandlung der posttraumatischen aseptischen Nekrosen des Femurkopfes.
Reconstruction Surgery and Traumatology V (1960)

Zanten van M. A.

Fractura colli femoris medialis.
EEn Studie naar AAnleiding van 282 Gevallen.

Zilch H.

Verbessert die Kompressionsverschraubung die Prognose des medialen Schenkelhalsbruches?
Chir. Abt. Kreiskr. Haus Goslar.
Unfallheilk. 79 (1976) 263 - 269

Nigst H.

Spezielle Frakturen- und Luxationslehre
Band III
Thieme Verlag Stuttgart 1964

An dieser Stelle möchte ich Herr Professor Dr. med. Alfred Meyer, Chefarzt der Chirurgischen Abteilung des Stadt- und Kreiskrankenhauses,Ansbach,für die Themaüberlassung und Anleitung

"Entstehung, Untersuchungsmethoden und Therapie der Schenkelhalsfrakturen"

und Herrn Professor Dr. med. Kern, als Koreferent (Lehrstuhlinhaber der Chirurgischen Universitäts-Klinik, Würzburg), herzlichst danken.

LEBENSLAUF

Am 15. 6. 1948 wurde ich als erstes Kind von vier Kindern des Forstwirts Heinrich Frhr. von und zu Bodman und dessen Ehefrau Dr. med. Marie-Elisabeth Frfr. von und zu Bodman, geb. Freiin von Pfetten-Arnbach, in Mallersdorf/Ndby. geboren.

Nach Besuch der Grundschule und des Nymphenburger Gymnasiums in München begann ich nach Ablegung des Abiturs mein Studium an der Ludwig Maximilian Universität München.

1975 legte ich mein medizinisches Staatsexamen in München ab.

Meine Medizinalassistentenzeit absolvierte ich im Land- und Kreiskrankenhaus Ansbach (Chirurgische Abteilung) und im Kreiskrankenhaus Mallersdorf (Ndby.), interne und chirurgische Abteilung.

Nach Ableistung meiner Militärzeit (Sanitätsabteilung, München) befinde ich mich in fachärztlicher Ausbildung (Chirurgie) im Kreiskrankenhaus Mallersdorf.

Andreas Staudenraus Druckerei GmbH Münzstraße 4 8700 Würzburg